

PCT/JP2004/009591

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

30.6.2004

REC'D 19 AUG 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 7月 4日

出願番号
Application Number: 特願2003-192156
[ST. 10/C]: [JP2003-192156]

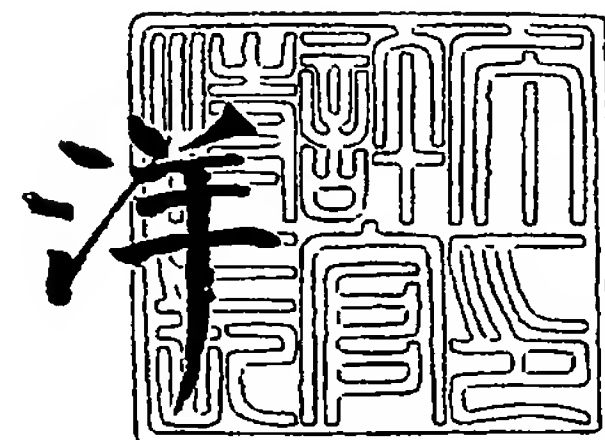
出願人
Applicant(s): 三菱電機株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3069511

【書類名】 特許願

【整理番号】 546738JP01

【提出日】 平成15年 7月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G05B 19/18
G05B 19/4093

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市東区矢田南 5 - 1 - 1 4 三菱電機メカ
トロニクスソフトウェア株式会社内

【氏名】 神谷 貴志

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市東区矢田南 5 - 1 - 1 4 三菱電機メカ
トロニクスソフトウェア株式会社内

【氏名】 片野 宏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 入口 健二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 松原 晋

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 自動プログラミング方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力された素材の材質、素材の形状を有する素材を素材データベースから抽出し、抽出した素材の寸法データ及び入力された製品の寸法データを比較することにより、素材データベースから製品形状を包含する最小の素材データを選択する素材選択工程と、

選択された素材データに基づいて素材モデルを生成する素材モデル生成工程と、

を備えることを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項 2】 素材に対する治具の把持位置を演算する機能を有する自動プログラミング方法において、

予め設定された素材端面形状および治具の配置態様に関する複数のパターンのなかから 1 パターンを選択させ、選択させた治具の配置態様および素材の寸法から治具の形状、寸法を決定する工程と、

素材の寸法、治具の形状、寸法および治具の配置態様に基づいて素材に対する治具の把持位置を演算する工程と、

を備えることを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項 3】 製品モデルを治具モデルに把持された素材モデル内に位置決めして、この位置決めした状態に基づき加工内容を決定する自動プログラミング方法において、

製品モデルの最大径の旋削面を用いて製品モデルの旋削軸を決定する工程と、前記決定した製品モデルの旋削軸が素材モデルの旋削軸に一致するように製品モデルを移動または回転する工程と、

前記移動させた製品モデルの端面が、素材モデル内に予め設定したプログラム原点に一致するように移動する工程と、

を備えることを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項 4】 素材モデルの一方の端部を把持して加工を行う第 1 工程と、

素材モデルの他方の端部を把持して加工を行う第2工程とを実行させるプログラムを作成する自動プログラミング方法において、

第1工程での治具の掴み代に所定のマージンを加えた長さを計算し、素材モデルの一方の端部から前記計算した長さだけ離間した位置を、素材モデルにおける前記第1工程での加工を行う第1領域と第2工程での加工を行う第2領域との境界を示す工程分割位置として演算し、該演算した工程分割位置から前記素材モデルの他方の端部までの領域を前記第1領域として判定し、前記工程分割位置から前記素材モデルの一方の端部までの領域を前記第2領域として判定することを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項5】 加工ユニット名が複数個加工順番に従って階層的に表示される加工形状ツリー部と、複数の加工ユニットに関する加工プログラム名が複数個加工順番に従って階層的に表示されるプログラムツリー部と、製品モデルおよび／または素材モデルが表示される表示部と、前記加工形状ツリー部で指定された加工ユニット名に対応する加工ユニットデータまたは前記プログラムツリー部で指定された加工プログラム名に対応する加工プログラムが表示され、編集可能なエディタ部とを有するプログラム編集画面を用いて編集を行う自動プログラミング方法であって、

前記エディタ部におけるカーソル位置に対応する加工ユニットを、前記表示部上で強調表示することを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項6】 加工ユニット名が複数個加工順番に従って階層的に表示される加工形状ツリー部と、複数の加工ユニットに関する加工プログラム名が複数個加工順番に従って階層的に表示されるプログラムツリー部と、製品モデルおよび／または素材モデルが表示される表示部と、前記加工形状ツリー部で指定された加工ユニット名に対応する加工ユニットデータまたは前記プログラムツリー部で指定された加工プログラム名に対応する加工プログラムが表示され、編集可能なエディタ部とを有するプログラム編集画面を用いて編集を行う自動プログラミング方法であって、

前記表示部で選択した加工ユニットの形状データを前記エディタ部の指定した位置に挿入可能としたことを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項7】 加工ユニット名が複数個加工順番に従って階層的に表示される加工形状ツリー部と、複数の加工ユニットに関する加工プログラム名が複数個加工順番に従って階層的に表示されるプログラムツリー部と、製品モデルおよび／または素材モデルが表示される表示部と、前記加工形状ツリー部で指定された加工ユニット名に対応する加工ユニットデータまたは前記プログラムツリー部で指定された加工プログラム名に対応する加工プログラムが表示され、編集可能なエディタ部とを有するプログラム編集画面を用いて編集を行う自動プログラミング方法であって、

前記エディタ部に加工プログラムを挿入する加工プログラム名に対応する加工ユニット名を前記加工形状ツリー部で指定するとともに、前記加工プログラムを挿入する箇所を前記プログラムツリー部または前記エディタ部で指定する工程と、

前記指定された加工ユニット名に対応する加工プログラム名を前記指定されたプログラムツリー部における挿入箇所に挿入するとともに、前記指定された加工ユニット名に対応する加工プログラムを前記指定されたエディタ部における挿入箇所に挿入する工程と、

を備えることを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項8】 第1および第2主軸を有する2主軸機械を制御対象として第1主軸機械で行う第1工程および第2主軸機械で行う第2工程での加工を実行する場合は、製品モデル入力処理、素材モデル設定処理、第1工程の治具設定処理、第1工程での製品モデルと素材モデルの位置合わせ処理、第1工程および第2工程への工程分割処理、第2工程の治具設定処理、第2工程での製品モデルと素材モデルの位置合わせ処理、第1および第2工程についての加工ユニット単位への工程展開処理、第1および第2工程用のプログラムのプログラム展開の手順を順に実行することで加工プログラムを作成し、

第1主軸のみを有する1主軸機械を制御対象として第1主軸機械で素材モデルの一方の端部を把持して加工を行う第1工程と、第1主軸機械で素材モデルの他方の端部を把持して加工を行う第2工程とを実行する場合は、製品モデル入力処理、素材モデル設定処理、第1工程の治具設定処理、第1工程での製品モデルと

素材モデルの位置合わせ処理、第1工程および第2工程への工程分割処理、第1工程についての加工ユニット単位への工程展開処理、第1工程用のプログラムのプログラム展開、素材モデルを反転させて第1主軸機械に把持させる素材反転処理、第2工程の治具設定処理、第2工程での製品モデルと素材モデルの位置合わせ処理、第2工程についての加工ユニット単位への工程展開処理、第2工程用のプログラムのプログラム展開の手順を順に実行することで加工プログラムを作成することを特徴とする自動プログラミング方法。

【請求項9】 請求項1～8のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、素材、製品形状、素材形状等のCADデータを用いてNCプログラムを生成するためのNC作成用プログラムを作成する自動プログラミング方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

NC装置（数値制御装置）を搭載した工作機械においては、NCプログラムを実行することによりワークを所望の製品形状に加工するが、このNC加工プログラムを作成するためのNC作成用プログラムを作成するために、最近は、自動プログラミング装置（以下自動プロと略す）と呼ばれるマイクロコンピュータを利用した自動プログラミング技術が採用されることが多い。

【0003】

初期の自動プロは、CADデータとはつながっておらず、加工形状を図面などで見ながら改めてプログラミングする必要があったが、昨今は、CADデータを用いてNC加工プログラムを作成する自動プロに関する技術がいくつか提案されている。

【0004】

例えば、特許文献1においては、CADにより作成された加工製品の設計デー

タからツールパスデータの生成に必要な形状データのみを抽出し、抽出した形状データから加工製品の3次元形状に関する特徴データを抽出し、抽出した特徴データを元に加工工程および各加工工程毎の加工領域を設定するとともに、加工製品の形状データを元に素材形状と各加工工程における加工終了後の加工モデル形状を生成し、次に工程データ、素材データ、加工モデルデータ、工具データおよび加工条件データを基に各工程における工具、切削条件、加工法、工具の移動経路を含むツールパスデータ（仮想ワーク形状データ）を生成し、さらに各工程終了後のワーク形状データを生成し、工程データ、素材データ、ツールパスデータおよび仮想ワーク形状データを基に加工作業情報を生成するようにしている。

【0005】

また、特許文献2においては、部品の3次元CADデータに基づいて被加工物を加工するための加工パスを作成する際に、3次元CADデータが示す形状における全ての加工部位についての加工情報を抽出し、抽出された加工情報を編集して加工工程を決定し、決定された加工工程に基づいて加工パスを作成するようにしている。

【0006】

ところで、このような自動プロにおいては、製品に対応する最適な素材（ワーク）を簡単に自動選択することが要望される。素材選択に関する従来技術として、例えば特許文献3，4がある。

【0007】

特許文献3においては、準備素材形状データベースに三次元ソリッドモデルで表されたいくつかの素材形状を格納し、準備素材形状データベースからオペレータにより指定された素材形状データを取り出し、オペレータから指示された寸法に変形して定義し、素材形状データベースへ格納するようにしている。

【0008】

また、自動プロにおいては、ワークを掴むチャックの爪の最適な配置パターンや爪の最適配置位置を簡単に決定する事が要望される。治具の配置パターン選択に関する従来技術として、特許文献4，5がある。

【0009】

特許文献4には、実際に加工する時点における治具の取付情報や被加工物の形状に応じて加工具と治具との干渉をチェックし、干渉が発生する場合にNCデータを変更するようにして、治具と加工具とが互いに衝突干渉するのを回避するNCデータ編集装置に関することが開示されている。

【0010】

特許文献5においては、第1主軸台および第2主軸台を有する2スピンドル工作機械を制御する数値制御装置において、表示部に、加工形状の他に、素材形状、チャック形状を表示するとともに、第1主軸台で行う第1工程および第2主軸台で行う第2工程の際にワークを把持する位置を演算することが開示されている。

【0011】

また、自動プロにおいては、加工データを作成するために、製品モデルを素材モデルに配置し、加工データを製品モデルと素材モデルの差分として作成しなくてはならないが、このとき製品モデルを素材モデルに簡単に自動配置できることが要望されている。

【0012】

特許文献6においては、定義された仕上げ形状データおよび素材形状データより除去形状データを抽出し、抽出された除去形状の加工面のZ高さごとに加工工程を生成するようにしている。

【0013】

また、第1主軸台および第2主軸台を有する2スピンドル工作機械を制御するNC加工プログラムを作成する際には、自動プロでは、加工領域を分割して第1主軸台で行う加工領域であるかあるいは第2主軸台で行う加工であるかを選択設定する工程分割処理を行う必要がある。工程分割処理に関する従来技術として特許文献5がある。

【0014】

特許文献5においては、第1主軸台および第2主軸台を有する2スピンドル工作機械を制御する数値制御装置において、まず加工プログラムを第1および第2主軸台で実行される加工を区別することなく包括加工プログラムの形で作成し、

その後機械側で、加工形状についての第1工程と第2工程との仮分割位置を指示する仮分割指示データを用いて、包括加工プログラムを、第1主軸台で行う第1固有加工プログラムと、第2主軸台で行う第2固有加工プログラムに分割して加工を行うようにして、プログラムの加工プログラム作成の負担を軽減している。また、特許文献5には、表示部に加工形状を表示させた状態で、オペレータが第1工程と第2工程との仮分割位置を入力部を介して指示することで、表示部上に仮分割指示表示がワークの外径側及び内径側に表示されることが開示されている。

【0015】

また、第1主軸台および第2主軸台を有する2スピンドル工作機械を用いて加工を行った方が1スピンドル工作機械よりも効率的な加工を行うことができるが、ユーザの中には、1スピンドル工作機械しか所有していないユーザも存在する。自動プロには、このような1スピンドル工作機械しか所有していないユーザを対象にして自動工程展開を行う機能が要望されている。この種の従来技術として特許文献5がある。

【0016】

特許文献5においては、オペレータによって第1工程および第2工程の何れかで加工すると指定された加工部位が、第1工程のみで加工可能か、第2工程のみで加工可能か、あるいは第1および第2工程による加工を経なければ加工が不可能な加工部位であるかを判定し、この判定結果に基づいて加工を実行させるようにしている。

【0017】**【特許文献1】**

特開2002-189510号公報

【特許文献2】

特開2002-268718号公報

【特許文献3】

特開平10-207523号公報

【特許文献4】

特願 2003-192156

特開平 11-165239 号公報

【特許文献 5】

特開平 2-62603 号公報

【特許文献 6】

特開平 6-266427 号公報

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 3 には、製品に対応する最適な素材（ワーク）を簡単に自動選択するための技術は示されていない。また、特許文献 4，特許文献 5 の発明では、素材の寸法、治具の形状、寸法および治具の配置態様等に基づく治具の最適な把持位置が導出されるものではないので、素材を安定且つ確実に把持することができない。また、特許文献 6 には、製品モデルを治具モデルに把持させることができない。また、特許文献 5 には、製品モデルを治具モデルに把持させた素材モデル内の最適な位置に自動配置する技術は示されていない。特許文献 5 に示された工程分割は、オペレータにより工程分割位置を手動設定するものに過ぎないので、オペレータの手間がかかり、効率のよいプログラム作成を行うことができない。また、特許文献 5 には、各加工部位が、第 1 工程のみで加工可能か、第 2 工程のみで加工可能か、あるいは第 1 および第 2 工程による加工を経なければ加工が不可能な加工部位であるかを判定していることが開示されているに過ぎず、この特許文献 5 では、1 スピンドル工作機械の場合と 2 スピンドル工作機械のどちらの工作機械にも適用可能な自動プログラミングを実行することはできない。

【0019】

この発明は上記に鑑みてなされたもので、素材データベースから製品形状を包含する最適な素材データを自動選択することを可能とし、効率の良いプログラミング作業をなし得る自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0020】

また、この発明は、治具の把持位置を自動決定することを可能とし、効率の良いプログラミング作業をなし得る自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0021】

また、この発明は、製品モデルを素材モデル内に自動配置することを可能とし、効率の良いプログラミング作業をなし得る自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0022】

また、この発明は、工程分割を自動的に行うことを可能とし、効率の良いプログラミング作業をなし得る自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0023】

また、この発明は、作成されたNC作成用プログラムの編集の際、エディタ部におけるカーソル位置がどの加工ユニットに対応するか一目瞭然に判断することを可能とし、編集作業が効率化され、編集ミスなども少なくなる自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0024】

また、この発明は、作成されたNC作成用プログラムの編集の際、効率よく展開不可形状などの編集作業をなし得る自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0025】

また、この発明は、加工ユニットのプログラムを壊した等のときに、編集作業を効率よく行うことができる自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0026】

また、この発明は、メイン主軸およびサブ主軸の2つの主軸を有する2主軸工作機械とメイン主軸しか有さない1主軸工作機械とのどちらの工作機械にも適用可能な自動プログラミング方法を得ることを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、この発明にかかる自動プログラミング方法は、入力された素材の材質、素材の形状を有する素材を素材データベースから抽出し、抽出した素材の寸法データ及び入力された製品の寸法データを比較することにより、素材データベースから製品形状を包含する最小の素材データを選択する素材選

択工程と、選択された素材データに基づいて素材モデルを生成する素材モデル生成工程とを備えることを特徴とする。

【0028】

つぎの発明にかかる自動プログラミング方法は、素材に対する治具の把持位置を演算する機能を有する自動プログラミング方法において、予め設定された素材の端面形状および治具の配置態様に関する複数のパターンのなかから1パターンを選択させ、選択させた治具の配置態様および素材の寸法から治具の形状、寸法を決定する工程と、素材の寸法、治具の形状、治具の寸法および治具の配置態様に基づいて素材に対する治具の把持位置を演算する工程とを備えることを特徴とする。

【0029】

つぎの発明にかかる自動プログラミング方法は、製品モデルを治具モデルに把持された素材モデル内に位置決めして、この位置決めした状態に基づき加工内容を決定する自動プログラミング方法において、製品モデルの最大径の旋削面を用いて製品モデルの旋削軸を決定する工程と、前記決定した製品モデルの旋削軸が素材モデルの旋削軸に一致するように製品モデルを移動または回転する工程と、前記移動させた製品モデルの端面が、素材モデル内に予め設定したプログラム原点に一致するように移動する工程とを備えることを特徴とする。

【0030】

つぎの発明にかかる自動プログラミング方法は、素材モデルの一方の端部を把持して加工を行う第1工程と、素材モデルの他方の端部を把持して加工を行う第2工程とを実行させるプログラムを作成する自動プログラミング方法において、第1工程での治具の掴み代に所定のマージンを加えた長さを計算し、素材モデルの一方の端部から前記計算した長さだけ離間した位置を、素材モデルにおける前記第1工程での加工を行う第1領域と第2工程での加工を行う第2領域との境界を示す工程分割位置として演算し、該演算した工程分割位置から前記素材モデルの他方の端部までの領域を前記第1領域として判定し、前記工程分割位置から前記素材モデルの一方の端部までの領域を前記第2領域として判定することを特徴とする。

【0031】

つぎの発明にかかる自動プログラミング方法は、加工ユニット名が複数個加工順番に従って階層的に表示される加工形状ツリー部と、複数の加工ユニットに関する加工プログラム名が複数個加工順番に従って階層的に表示されるプログラムツリー部と、製品モデルおよび／または素材モデルが表示される表示部と、前記加工形状ツリー部で指定された加工ユニット名に対応する加工ユニットデータまたは前記プログラムツリー部で指定された加工プログラム名に対応する加工プログラムが表示され、編集可能なエディタ部とを有するプログラム編集画面を用いて編集を行う自動プログラミング方法であって、前記エディタ部におけるカーソル位置に対応する加工ユニットを、前記表示部上で強調表示することを特徴とする。

【0032】

つぎの発明にかかる自動プログラミング方法は、加工ユニット名が複数個加工順番に従って階層的に表示される加工形状ツリー部と、複数の加工ユニットに関する加工プログラム名が複数個加工順番に従って階層的に表示されるプログラムツリー部と、製品モデルおよび／または素材モデルが表示される表示部と、前記加工形状ツリー部で指定された加工ユニット名に対応する加工ユニットデータまたは前記プログラムツリー部で指定された加工プログラム名に対応する加工プログラムが表示され、編集可能なエディタ部とを有するプログラム編集画面を用いて編集を行う自動プログラミング方法であって、前記表示部で選択した加工ユニットの形状データを前記エディタ部の指定した位置に挿入可能としたことを特徴とする。

【0033】

つぎの発明にかかる自動プログラミング方法は、加工ユニット名が複数個加工順番に従って階層的に表示される加工形状ツリー部と、複数の加工ユニットに関する加工プログラム名が複数個加工順番に従って階層的に表示されるプログラムツリー部と、製品モデルおよび／または素材モデルが表示される表示部と、前記加工形状ツリー部で指定された加工ユニット名に対応する加工ユニットデータまたは前記プログラムツリー部で指定された加工プログラム名に対応する加工プロ

グラムが表示され、編集可能なエディタ部とを有するプログラム編集画面を用いて編集を行う自動プログラミング方法であって、前記エディタ部に加工プログラムを挿入する加工プログラム名に対応する加工ユニット名を前記加工形状ツリー部で指定するとともに、前記加工プログラムを挿入する箇所を前記プログラムツリー部または前記エディタ部で指定する工程と、前記指定された加工ユニット名に対応する加工プログラム名を前記指定されたプログラムツリー部における挿入箇所に挿入するとともに、前記指定された加工ユニット名に対応する加工プログラムを前記指定されたエディタ部における挿入箇所に挿入する工程とを備えることを特徴とする。

【0034】

つぎの発明にかかる自動プログラミング方法は、第1および第2主軸を有する2主軸機械を制御対象として第1主軸機械で行う第1工程および第2主軸機械で行う第2工程での加工を実行する場合は、製品モデル入力処理、素材モデル設定処理、第1工程の治具設定処理、第1工程での製品モデルと素材モデルの位置合わせ処理、第1工程および第2工程への工程分割処理、第2工程の治具設定処理、第1工程および第2工程での製品モデルと素材モデルの位置合わせ処理、第1および第2工程についての加工ユニット単位への工程展開処理、第1および第2工程用のプログラムのプログラム展開の手順を順に実行することで加工プログラムを作成し、第1主軸のみを有する1主軸機械を制御対象として第1主軸機械で素材モデルの一方の端部を把持して加工を行う第1工程と、第1主軸機械で素材モデルの他方の端部を把持して加工を行う第2工程とを実行する場合は、製品モデル入力処理、素材モデル設定処理、第1工程の治具設定処理、第1工程での製品モデルと素材モデルの位置合わせ処理、第1工程および第2工程への工程分割処理、第1工程についての加工ユニット単位への工程展開処理、第1工程用のプログラムのプログラム展開、素材モデルを反転させて第1主軸機械に把持させる素材反転処理、第2工程の治具設定処理、第2工程での製品モデルと素材モデルの位置合わせ処理、第2工程についての加工ユニット単位への工程展開処理、第2工程用のプログラムのプログラム展開の手順を順に実行することで加工プログラムを作成することを特徴とする。

【0035】

つぎの発明にかかるプログラムは、上記の発明のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるプログラムであり、そのプログラムがコンピュータ読み取り可能となり、これによって、上記の発明のいずれか一つの動作をコンピュータによって実行することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる自動プログラミング方法およびその方法をコンピュータに実行させるプログラムの好適な実施の形態を詳細に説明する。

【0037】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1である自動プログラミング装置の構成を示すブロック図である。この自動プログラミング装置（以下自動プロと略す）は、製品形状および素材形状に関するデータをCADデータから直接取込み、取込んだ製品形状データおよび素材形状データなどの各種データを用いてオペレータとの対話方式によって、素材（ワーク）から製品を機械加工するためのNCプログラムを作成するためのNC作成用プログラムを作成するためのソフトウェアであり、この自動プロはマイクロコンピュータなどのコンピュータに搭載される。NC作成用プログラムは、NCプログラムより高級な所定の言語で記述されている。

【0038】

この自動プロは、メイン主軸およびサブ主軸の2つの主軸を有する2主軸工作機械とメイン主軸しか有さない1主軸工作機械とのどちらの工作機械にも適用することができる。ただし、実施の形態1においては、メイン主軸およびサブ主軸の2つの主軸を有する2主軸工作機械に適用される自動プロに関して説明する。2主軸工作機械および1主軸工作機械のどちらの工作機械にも適用可能な自動プロについては実施の形態2で説明する。

【0039】

さらに、この自動プロは、ワークを回転させ丸く削る旋削加工、ワークを回転

させ孔を明けるボーリング加工、ワークを固定し刃物を回転させて削るミーリング加工や面加工等の加工作業を行う工作機械に適用可能であり、さらに旋削加工やミーリング加工が組み合わされた複合加工にも適用可能である。

【0040】

図1において、製品形状データベース1は、自動プロが搭載されるマイクロコンピュータの内蔵メモリまたは外部メモリに登録されるもので、3次元CADデータ（3次元ソリッドモデルデータ）で表された複数の製品形状データが登録格納されている。素材形状データベース2は、自動プロが搭載されるマイクロコンピュータの内蔵メモリまたは外部メモリに登録されるもので、各素材毎に、材質、形状（円柱、四角、六角など）、寸法（外径、内径、長さなど）などの各種データが登録格納されている。工具データベース3は、自動プロが搭載されるマイクロコンピュータの内蔵メモリまたは外部メモリに登録されるもので、工具データが登録格納されている。

【0041】

また、自動プロが搭載されるマイクロコンピュータには、表示装置20、キーボード、マウスなどの入力装置21、プリンタなどの出力装置22および外部機器を接続するための通信インタフェース23が備えられている。

【0042】

自動プロは、製品形状入力処理部10、素材形状入力処理部11、治具設定処理部12、位置合わせ処理部13、工程分割処理部14、工程展開処理部15、工具選定処理部16、展開不可形状編集処理部17、プログラム編集処理部18、およびプログラム展開処理部19を備えている。

【0043】

製品形状入力処理部10は、製品形状データ（製品モデル）をオペレータに選択させるための製品形状入力画面を表示するとともに、オペレータが製品形状データベース1あるいはその他の任意のメモリに記憶される3次元ソリッドモデルデータで構成される複数の製品形状データから所要の製品形状データを選択すると、選択された製品形状データを3次元表示するなどの処理を実行する。

【0044】

素材形状入力処理部 11 は、素材形状データ（素材モデル）をオペレータに選択させるための素材形状入力画面を表示するとともに、オペレータが製品形状データベース 1 あるいはその他の任意のメモリに記憶される 3 次元ソリッドモデルデータで構成される複数の素材形状データから所要の素材形状データを選択すると、選択された素材形状データを 3 次元表示するなどの処理を実行する。また、素材形状入力処理部 11 は、最適な素材モデルを自動で選択する機能を有している。

【0045】

治具設定処理部 12 は、通信インタフェース 23 を介して NC 装置 9 から NC パラメータ（チャックの外径、内径、幅）を取得し、取得した NC パラメータを用いてチャックの外径、内径、幅を表示して、オペレータに所望のチャック形状を選択させる。また、治具設定処理部 12 は、治具の把持位置を演算する機能を有している。

【0046】

位置合わせ処理部 13 は、第 1 工程での第 1 チャックに把持された素材モデル内に製品モデルを自動配置する処理を行う。また、位置合わせ処理部 13 は、第 2 工程での第 2 チャックに把持された素材モデル内に製品モデルを自動配置する処理を行う。

【0047】

工程分割処理部 14 は、メイン主軸およびサブ主軸の 2 つの主軸を有する 2 主軸工作機械での加工の際の工程分割処理およびメイン主軸のみの 1 つの主軸を有する 1 主軸工作機械での加工の際の工程分割処理を行うものである。2 主軸工作機械の場合は、メイン主軸で行う第 1 工程とサブ主軸で行う第 2 工程との分割位置を外径、内径で夫々指定するものである。メイン主軸のみを有する 1 主軸工作機械の場合は、メイン主軸で素材モデルの一方の端部を把持して加工を行う第 1 工程とメイン主軸で素材モデルの他方の端部を把持して加工を行う第 2 工程との分割位置を外径、内径で夫々指定するものである。

【0048】

工程展開処理部 15 は、加工モードと呼ばれる旋削加工、点加工、面加工、面

取り加工などで構成される一連の加工作業を、同一の主軸かつ同一の工具をもって連続的な加工が行われる加工単位（以下加工ユニットという）まで分解する処理を実行する。

【0049】

工具選定処理部16は、工具データベース3から各加工箇所（加工ユニット）についての最適な工具を選択する工具決定処理を行うと共に、工具に応じた切削条件を決定する。

【0050】

プログラム展開処理部19は工程展開された複数の加工ユニットの組み合わせと、決定された工具情報と、切削条件に基づいて、所定の言語から成るNC作成用プログラムを作成する。

【0051】

展開不可形状編集処理部17は、工程展開処理で加工ユニットに自動展開できなかった展開不可形状を、何らかの加工ユニットに変換するための編集作業を行うものである。プログラム編集処理部18は、作成されたNC作成用プログラムの編集処理を行うものである。

【0052】

図2は、図1に示した自動プロにより実行されるNC作成用プログラム（加工プログラム）の作成手順を示すフローチャートである。図2にしたがって、本自動プロにより実行されるNC作成用プログラムの作成手順の詳細を説明する。

【0053】

(1) 製品形状入力（ステップS100）

以下に説明する製品形状入力処理は、主に図1の製品形状入力処理部10によって実行される。図3は、表示装置20に表示される製品形状入力処理のための製品形状読み込み画面30の一例を示すものである。

【0054】

オペレータは、製品形状データを選択するための製品形状読み込み画面30を表示した状態で入力装置21を操作して、つぎのようにして製品に対応する3次元CADデータ（製品モデル）を選択する。

【 0 0 5 5 】

まず、製品形状読み込み画面 3 0 の下方に並んでいる複数のボタンのうちの最左側の製品形状読み込みボタン 3 1 を押す。これにより、左側に製品形状読み込み用ダイアログ 3 2 が表示され、右側には、選択された 3 次元 C A D データに対応する製品形状をワイヤフレーム形式で表示するための 3 次元ビュー 3 3 が表示される。

【 0 0 5 6 】

製品形状読み込み用ダイアログ 3 2 は、C A D ファイルの一覧を表示するリストボックス 3 4 を持っている。リストボックス 3 4 中の任意のファイルを選択すると、3 次元ビュー 3 3 上に、この選択したファイルに対応する製品形状のプレビューが表示される。このプレビューの際に、製品の X Y Z 方向の各寸法が 3 次元ビュー 3 3 上に表示される。各 3 次元 C A D データは、形状情報と色情報（表示色）を有しており、さらに各形状情報には、加工に関する属性データが付加されている。属性データとしては、ねじ、粗さ記号、研磨盗み、面取り、穴の面取り、穴情報（ドリル、リーマ、エンドミル、ボーリング、タップ）、部品番号、材質、品名などがある。これらの属性データを用いて後述の工程展開結果の調整（加工順序の変更）を実行する。なお、C A D データには、色情報（表示色）を含ませているが、表示色によって仕上げ面粗さなどを識別させることができる。

【 0 0 5 7 】

ファイル一覧のリストボックス 3 4 の上部 3 5 に現在のディレクトリが表示されている。リストボックス 3 4 には、この表示されているディレクトリ内のファイルの一覧が表示される。フォルダ変更ボタン 3 6 を押せば、フォルダ変更用のダイアログ（図示せず）が表示され、このダイアログを操作して現在のディレクトリを変更することができる。

【 0 0 5 8 】

選択ボタン 5 4 を押せば、リストボックス 3 4 で選択されている C A D ファイルが自動プロの記憶領域に読み込まれ、読み込まれた C A D ファイルに対応する製品が画像生成され、生成された製品形状が 3 次元ビュー 3 3 上に表示される。この表示の際に、製品形状の X Y Z 方向の各寸法が 3 次元ビュー 3 3 上に表示さ

れる。なお、製品形状を画像生成する際の自動調整モードという機能を有しており、この自動調整モードの項目 2 9 でYESの項目を選択していれば、製品形状の生成処理の段階で、3次元ビュー 3 3 上での製品の向きと、製品の表示位置が自動調整される。

【0 0 5 9】

また、製品形状データベース 1 のための領域として、コンピュータの内部または外部に 1 ～複数のディレクトリを設け、これらのディレクトリに製品形状データを格納する。図 3 の製品形状読み込み画面 3 0 の下方の製品形状設定ボタン 3 7 は、製品形状データベース 1 に対応する任意のディレクトリに任意の 3 次元 C A D データを新たに登録したり、既に登録されている製品形状データを変更して再登録したりするためのボタンである。

【0 0 6 0】

(2) 素材形状設定 (ステップ S 1 0 1)

以下に説明する素材形状設定処理は、主に図 1 の素材形状入力処理部 1 1 によって実行される。図 4 は、素材形状データベース 2 に登録される素材形状データの一例を示すものである。素材形状データには、図 4 に示すように、材質、形状の種類 (円柱、四角、六角など)、寸法 (外径、内径、長さなど) などが含まれている。

【0 0 6 1】

つぎに、図 5 及び図 6 にしたがって、素材モデルの入力設定処理について説明する。素材形状データベース 2 に素材データを登録する際には、図 3 に示した製品形状読み込み画面 3 0 の下方にある素材形状設定ボタン 3 8 を投入する。なお、図 3 に示した製品形状読み込み画面 3 0 の下方にある複数のボタンは、各種画面の下方に配置された状態にある。素材形状設定ボタン 3 8 が投入されると、素材データ登録画面 (図示せず) が表示されるので、オペレータはこの素材データ登録画面を適宜操作して、素材形状データベース 2 に所要の素材データを登録する。また、素材形状データベース 2 には、素材データとして、3次元 C A D データの入力も可能である。

【0 0 6 2】

一方、素材形状データベース 2 から素材データを選択する際には、オペレータは素材形状生成ボタン 3 9（図 3 参照）を押す。素材形状生成ボタン 3 9 が押されれば、図 6 に示す素材形状生成用ダイアログ 4 0 が表示される。

【 0 0 6 3 】

素材形状生成用ダイアログ 4 0 は、素材材質、形状の種類（Work type）、素材外径、素材内径、長さ、端面高さを入力するデータ入力欄 4 1 と、素材形状データベース 2 に登録されたデータが一覧表示されるリストボックス 4 2 と、製品形状の X Y Z 寸法が表示される製品寸法表示欄 4 3 とを有している。

【 0 0 6 4 】

データ入力欄 4 1 のなかで、素材材質入力欄 4 4 および形状種類入力欄 4 5 は、コンボボックスで構成されており、素材材質および形状種類（丸棒、四角棒など）についてはコンボボックスのリストの一覧から所要のものをオペレータが選択する。外径入力欄 4 6、内径入力欄 4 7、長さ入力欄 4 8、端面高さ入力欄 4 9 は、エディットボックスで構成されており、所要の数値を各欄に直接数値入力する。

【 0 0 6 5 】

オペレータが素材材質入力欄 4 4 および形状種類入力欄 4 5 で、所要の材質、形状種類を選択すると、素材形状入力処理部 1 1 は選択された材質、形状種類をキーワードとして素材形状データベース 2 を検索し、素材形状データベース 2 中の多数の素材データのうちの選択された材質、形状種類に合致する素材データを抽出し、抽出した素材データをリストボックス 4 2 に一覧表示する。

【 0 0 6 6 】

オペレータは、リストボックス 4 2 から所要の素材データを選択し、例えば入力装置 2 1 であるキーボードのinput(enter)キーを押せば、この選択した素材データが持つ外径、内径、長さで、外径入力欄 4 6、内径入力欄 4 7、長さ入力欄 4 8 の各データが自動更新される。なお、長さが 0 の素材を選択してinputキーを押したときは、素材の長さは変更されない。

【 0 0 6 7 】

上記の各操作はマウスなどのポインタによって操作可能であるが、つぎのよう

なショートカットキー機能も備えられている。すなわち、素材材質入力欄 4 4 および形状種類入力欄 4 5 にフォーカスがあるときに、例えば、カーソル移動キー「↑」または「↓」を押せば、図 7 に示すように、素材材質入力欄 4 4 および形状種類入力欄 4 5 のコンボボックスが開かれ、一覧が表示される。また、素材材質入力欄 4 4 および形状種類入力欄 4 5 のコンボボックスの一覧が開かれているときに、例えばinputキーを押せば、図 7 に示すように、一覧が閉じられる。コンボボックスがフォーカスを失ったときも、同様に一覧が閉じられる。また、例えばTABキーを入力したときは、素材材質入力欄 4 4、形状種類入力欄 4 5、外径入力欄 4 6、内径入力欄 4 7、長さ入力欄 4 8、端面高さ入力欄 4 9 の間でフォーカスが移動する。また、素材材質入力欄 4 4、形状種類入力欄 4 5、外径入力欄 4 6、内径入力欄 4 7、長さ入力欄 4 8、端面高さ入力欄 4 9 の何れかにフォーカスがあるときに、カーソル移動キー「→」キーを入力すれば、図 8 に示すように、素材データベースのリストボックス 4 2 にフォーカスが移動する。素材データベースのリストボックス 4 2 からフォーカスを元の位置に戻すときは、カーソル移動キー「←」キーを入力する。

【0068】

このように、素材形状生成用ダイアログ 4 0 のデータ入力欄 4 1 にオペレータが適宜所望のデータを入力することで、所望の素材データをオペレータが手動で設定することができる。

【0069】

データ入力欄 4 1 へのデータ入力設定が終了した後、オペレータが生成ボタン 5 1 を押せば、入力設定された素材データが素材形状データベース 2 からが自動プロの記憶領域に読み込まれ、読み込まれた素材データに対応する素材の画像が生成され、生成された素材形状が 3 次元ビュー（図示せず）上に表示される。

【0070】

上記のようなオペレータによる手動設定では、製品形状を加工可能な最小の最適な素材が選択されるかどうかの保証がない。そこで、素材形状生成用ダイアログ 4 0 の製品寸法表示欄 4 3 には、オペレータによって選択された製品形状を加工可能な最小の最適な素材を自動選択するための製品形状反映ボタン 5 0 が備え

られている。また、製品寸法表示欄 43 には、先のステップ S100 の製品形状入力処理で設定済みの製品形状の X Y Z 寸法が表示されている。

【0071】

図 5 を用いて製品形状反映ボタン 50 の投入に基づく素材モデルの自動選択処理について説明する。まず、素材材質入力欄 44 および形状種類入力欄 45 へのデータ入力を行って素材材質および素材形状の種類を選択する。また、製品形状の寸法データを入力する（ステップ S120）。なお、この自動プロの場合は、この時点で既に製品形状の選択処理が終了しているので、前述したように、入力済みの製品形状の寸法が製品寸法表示欄 43 に表示されている。

【0072】

この状態で、製品形状反映ボタン 50 が投入されると（ステップ S121）、素材形状入力処理部 11 は、素材材質入力欄 44 および形状種類入力欄 45 で選択された材質、形状種類をキーワードとして素材形状データベース 2 を検索し、素材形状データベース 2 中の多数の素材データのうちの選択された材質、形状種類に合致する素材データを抽出する（ステップ S122）。そして、素材形状入力処理部 11 は、抽出した 1～複数の素材の寸法データ及び製品の寸法データを比較することにより抽出した 1～複数の素材のなかから製品形状を包含する、すなわち製品の寸法より大きな寸法を持つ素材を選択し、さらにこれら製品形状を包含することが可能な 1～複数の素材のなかから最小の寸法を有する素材を選択する（ステップ S123）。

【0073】

そして、このような素材の選択処理が終了すると、素材形状入力処理部 11 は、外径入力欄 46、内径入力欄 47、長さ入力欄 48、端面高さ入力欄 49 の各データを最終的に選択された素材データのもつ値で更新する。このようにして、製品形状を加工可能な最小の最適な素材が自動選択されることになる。

【0074】

このように、素材データベースから製品形状を包含する最小の素材データを自動選択するようにしたので、オペレータが適当な素材データを手動で選ぶ手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業を行うことができる。

【0075】

ところで、鋳物加工などでは、製品モデルの一部箇所のみを加工するような場合が存在する。このような場合に備えて、製品肉厚化処理モードを設けるようにしている。製品肉厚化処理モードでは、素材の選択の際に製品モデルを表示し、表示した製品モデルから肉厚化の必要な部分をオペレータに選択指定させ、この選択指定された部分のみを肉厚化したモデルを生成し、この生成したモデルを素材モデルとする。

【0076】

(3) 第1工程治具設定 (第1チャック、爪の設定、ステップS102)


以下に説明する第1工程治具設定処理は、主に図1の治具設定処理部12によって実行される。この第1工程治具設定処理は、2主軸工作機械のメイン主軸で行う第1工程での治具を設定するものである。治具としてのチャックの先端には、素材を把持するための爪が設けられている。チャック形状は、通信インタフェース23を介して接続されたNC装置9からNCパラメータ (チャックの外径、内径、幅) を取得し、取得したNCパラメータを用いてチャックの外径、内径、幅を表示して、オペレータに所望のチャック形状を選択させる。爪に関しては図9に示す手順に従って爪の個数、形状、寸法、把握位置などが決定される。

【0077】

まず、爪選択の際には、図3の製品形状読み込み画面30の下方に示した第1チャック設定ボタン52を投入する。これにより、治具設定画面 (図示せず) が表示され、治具設定画面中には図10に示すような爪の配置テーブルが表示される。オペレータは、この表示されている爪の配置テーブルから素材端面形状の種類 (丸、四角、六角など) と、爪の配置パターン (爪の個数、爪の把持箇所 (角部、平面部など)) を選択する (ステップS130)。

【0078】

爪の配置テーブルにおいては、図10に示すように、複数の素材端面形状の種類 (丸棒、四角棒など) 毎に、個数の異なる爪パターン (三爪、四爪など) 、さらに把持位置の異なる爪パターン (角部を把持したもの、平面部を把持したもの、内径部を把持したもの、外径部を把持したもの) が表示されており、オペレー



タはこれらの表示パターンのなかから 1 つを選択することで、素材端面形状の種類と、爪の配置パターンを選択する。

【0079】

つぎに、治具設定処理部 12 は、選択された爪の配置パターンおよび素材端面形状と、素材の寸法とに基づき最適な寸法でかつ最適な爪形状を有する爪を選択する（ステップ S131）。

【0080】

そして、治具設定処理部 12 は、素材の寸法や選択された爪に関するデータ（爪形状、爪寸法、爪の配置パターン）を用いて素材を把握する爪の把持位置を計算して、爪の把持位置を決定する（ステップ S132）。

【0081】

このようにして、素材モデルが第 1 治具（この場合は第 1 チャックおよび爪）に配置される。このように、素材形状に対応していくつかの治具配置パターンを用意しておき、オペレータに治具配置パターンを選択させることで治具配置を決定するようにしたので、治具を容易に配置できるようになる。

【0082】**（4）位置合わせ（ステップ S103）**

以下に説明する位置合わせ処理は、主に図 1 の位置合わせ処理部 13 によって実行される。この位置合わせ処理は、第 1 チャックに把持された素材モデル内に製品モデルを自動配置する処理である。

【0083】

まず、図 12（a）に示すように、先の処理で作成した製品モデル M1 および素材モデル M2 の双方を位置合わせ画面 55 に表示する。素材モデル M2 は、第 1 治具（この場合は第 1 チャックおよび爪）モデル ZG に対して先のステップ S102 で設定された位置に配置された状態で表示される。

【0084】

このとき、第 1 治具モデル ZG に把持された素材モデル M2 は、位置合わせ画面 55 上における所定の位置に配置されるが、製品モデル M1 は CAD データの原点に対する CAD データの座標に応じた位置に配置される。したがって、通常

は、最初に製品モデルM1および素材モデルM2を表示したときには、製品モデルM1および素材モデルM2の位置は一致していない。

【0085】

この状態で、オペレータが、位置合わせ画面55の下方に配置されている自動調整ボタン（図示せず）を投入すると、位置合わせ処理部13は、図11に示すような位置合わせ処理を実行する。

【0086】

まず、位置合わせ処理部13は製品モデルM1の最大径の旋削面を検出し、検出した最大径の旋削面からZ'軸（旋削軸）を決定する（ステップS140）。すなわち、製品モデルの最大径の旋削面の中心位置から旋削面に垂直に延びる線をZ'軸として決定する。

【0087】

つぎに、製品モデルM1から決定したZ'軸が、第1治具モデルに把持された素材モデルM2のZ軸（旋削軸）に一致するように、製品モデルM1を回転および平行移動する（ステップS141）。さらに、製品モデルのZ'方向の端面が本自動プロのプログラム原点O（Z=0）に一致させるように、製品モデルM1を平行移動する（ステップS142）。

【0088】

プログラム原点Oは、製品モデルのZ'方向の端面がプログラム原点O（Z=0）に一致するように配置されたときに、素材モデル2が製品モデル1に内包されるように、素材モデル内のX軸方向の中心であってかつ素材モデルのZ軸方向における第1治具モデルから遠い方の端面から所定の距離にある位置に、予め設定されている。これにより、図12（b）に示すように、製品モデルM1が素材モデルM2内の加工可能な位置に配置されたことになる。なお、プログラム原点Oの位置は変更可能である。

【0089】

ただし、ステップS141での製品モデルM1の回転および平行移動の際に、製品モデルM1がもつ2つのZ方向の端面のうちのどちらの端面がプログラム原点Oに近い側（図12（b）では右側）に配置されるかが判らない。そこで、オ

オペレータが、自動配置によって得られた製品モデルの Z 方向の向きをチェックし、製品モデル M1 を Z 方向に 180 度の回転させたほうが削り代が少なくなる等の理由でよいと判断した場合は、オペレータが位置合わせ画面 55 に配置されている Z 反転ボタン（図示せず）を押すようにする。この 180 度回転の中心軸は、製品モデルの Z 軸方向の中心位置から X 軸と平行に延びる軸 57（図 13 参照）である。したがって、図 13 に示すように、製品モデル M1 が軸 57 周りに 180 度回転し、Z 方向の向きが逆になる。製品モデル M1 を回転しても、製品モデルの中心位置は変化しない。

【0090】

この位置合わせ処理機能は、製品モデル M1 の配置を作業者が調整する微調整機能を有している。この微調整機能においては、製品モデル M1 の向きを選択可能であり、また製品モデル M1 を X Y Z 軸方向に回転または移動させることができる。この微調整機能は、微調整により削り代が減らせると、オペレータが判断したときなどに使用される。

【0091】

位置合わせ画面 55 が表示されている状態のときに、位置合わせ画面 55 の下方にある形状移動キー 56（図 3 参照）を投入すると、図 14 に示すような形状移動メニューが表示される。

【0092】

形状移動メニューには、X 軸、Y 軸、Z 軸方向の平行移動のボタンと、X 軸、Y 軸、Z 軸方向の回転移動のボタンと、形状移動終了ボタンとがある。いずれのボタンを押した場合でも、図 15 に示すような形状の移動、回転を行うための形状移動ダイアログが表示され、押したボタンが反転表示される。

【0093】

図 15 に示すように、形状移動ダイアログには、形状移動の対象を製品形状（製品モデル）、素材形状（素材モデル）、第 1 チャック形状（第 1 チャックモデル）および第 2 チャック形状（第 2 チャックモデル）のなかから選択するための形状選択チェックボックス 60 と、ステップ量入力部 61 と、移動量入力部 62 と、移動ボタン 63 とを備えている。

【0094】

形状選択チェックボックス 60 では、チェックがオンになっている形状（モデル）が、平行移動、回転移動する。移動量入力部 62 でモデルの移動量を入力し、移動ボタンを 63 押すか、input キーを入力すれば、モデルの平行移動もしくは回転移動の処理が実行される。移動量入力部 62 に移動量を指定してモデルを移動させる場合は、モデルは指定された移動量だけ 1 回移動される。

【0095】

ステップ量入力部 61 でモデルのステップ量（単位移動量）を入力し、移動ボタンを 63 押すか、input キーを入力すれば、モデルの平行移動もしくは回転移動の処理が実行される。ステップ量入力部 61 で、ステップ量を入力し、フォーカスが、ステップ量入力部 61 のままカーソル移動キー「↑」または「↓」を入力すれば、形状移動の処理が実行される。ステップ量入力による形状移動では、移動する形状のプレビューが表示されて、表示されたプレビューが移動する。カーソル移動キー「↑」を入力すれば、形状は＋方向に平行移動または回転移動し、「↓」キーを押せば、形状は－方向に平行移動または回転移動する。移動ボタン 63 を押すか、input キーを入力すれば、ステップ量入力によるプレビューの移動が形状にも反映され、形状移動の処理が完了する。このように、ステップ量入力部 61 にステップ量を指定してモデルをステップ移動させる場合は、モデルはカーソル移動キー「↑」または「↓」を入力する度に、指定されたステップ量ずつ移動される。

【0096】

なお、上記では、1 つの形状移動ボタン 56 により製品モデルと素材モデルとの Z 軸合わせおよび製品モデルの Z 端面位置のプログラム原点への位置決めを行うようにしたが、1 つのボタンで製品モデルと素材モデルとの Z 軸合わせを行い、他のボタンで製品モデルの Z 端面位置をプログラム原点へ位置決めさせるようにしてもよい。

【0097】

このように、製品モデルを治具モデルに把持された素材モデル内に自動配置するようにしたので、素材モデルに対する製品モデルの位置をオペレータが手動で

計算する手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業を行うことができる。

【0098】

(5) 工程分割 (ステップ S104)

以下に説明する工程分割処理は、主に図1の工程分割処理部14によって実行される。この場合の工程分割処理は、メイン主軸およびサブ主軸の2つの主軸を有する2主軸工作機械での加工に対処させるためのものであり、メイン主軸で行う第1工程とサブ主軸で行う第2工程との分割位置を外径、内径で夫々指定するものである。なお、2主軸工作機械では、第1工程において素材をメイン主軸で把持して加工し、その後素材をサブ主軸に持ち替えた後、第2工程において素材をサブ主軸で把持して加工する。

【0099】

図16に従って工程分割処理について説明する。図17は工程分割箇所が指定されたモデルの1/2断面を示す図である。

【0100】

工程分割処理画面 (図示せず) においては、最初に工程分割をオペレータが手動で行うかあるいは自動で行うかを選択する (ステップ S150)。オペレータが手動で行うモードを選択すると、工程分割処理部14は、製品モデルの頂点部や穴部などの形状が変化する特徴点を外径側および内径側それぞれで抽出する (ステップ S151)。そして、工程分割処理部14は、抽出した外径側および内径側それぞれの特徴点を工程分割の候補として画面上に表示する (ステップ S152)。なお、特徴点が存在しない場合は、より安定な加工をなし得る第1工程で多くの加工を実行させるべく、第1工程での爪の掴み代に所定のマージンを加えた位置を工程分割の候補として画面上に表示する。

【0101】

オペレータは、これらの表示された複数の工程分割の候補を参照して、所望の工程分割箇所を内径、外径毎に選択する (ステップ S153)。工程分割処理部14は、選択された工程分割箇所の製品モデル上の座標位置を算出する (ステップ S154)。このようにして、工程分割位置が決定される (ステップ S156)

）。

【0102】

図17には、素材モデルM2に対して位置決めされた製品モデルM1が示されており、この場合は製品モデルM1の形状はZ軸に対して対称であるとする。この製品モデルでは、ドリル加工（中央部の孔）旋削加工（外径部、内径部）の他に、6箇所（片側3箇所）でミーリング加工箇所を行う必要がある。この場合、外径側は工程分割位置65で第1工程、第2工程に分割され、内径側は工程分割位置66で第1工程、第2工程に分割されると決定されたとする。

【0103】

第1工程側に位置するミーリング加工箇所67は第1工程に属し、第2工程側に位置するミーリング加工箇所69は第2工程に属する。ここで、工程分割位置65がその内部に存在するミーリング加工箇所68においては、第1工程側に属する箇所も全て第2工程で加工を行うようにする。これは、半分まで外径を削った状態でミーリングを行うより、全て外径を削ってからミーリングを行った方が効率がよいからである。

【0104】

一方、ステップS150の判断で自動決定モードが選択された場合は、第1工程での爪の掴み代長さ L_a を計算し、さらにこの爪の掴み代長さ L_a に所定のマージン値 α を加えた長さ $(L_a + \alpha)$ を計算し（ステップS155）、この計算値 $(L_a + \alpha)$ だけ、素材モデルM2のチャック側のZ端面から離れた位置を工程分割位置として決定する（ステップS156）。そして、この決定された分割位置より先端側の領域を第1工程で加工する第1工程領域とし、分割位置より基端側（チャック側）の領域を第2工程で加工する第2工程領域とする。なお、上記マージン値 α は素材モデル（製品モデル）のZ方向長さに応じて変化させる。

【0105】

このように第1工程および第2の工程への工程分割を自動的に行うようにしたので、オペレータが手動で工程分割を行う手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業を行うことができる。

【0106】

(3) 第2工程治具設定 (第2チャック、爪の設定、ステップS105)

この第2工程治具設定処理は、主に図1の治具設定処理部12によって実行される。この第2工程治具設定処理は、2主軸工作機械のサブ主軸で行う第2工程での治具を設定するものである。この第2工程治具設定処理では、図3の「製品形状読み込み画面」30の下方にある第2チャックボタン53を押して、サブ主軸側の第2チャックの爪配置を設定する。第2工程治具設定処理での設定動作は、先のステップS102で説明した第1工程治具設定処理と同様であるので、重複する説明は省略する。

【0107】

(4) 位置合わせ (ステップS106)

この位置合わせ処理は、主に図1の位置合わせ処理部13によって実行される。この位置合わせ処理は、第2工程で使用する第2チャックに把持された素材モデル内に製品モデルを自動配置する処理であり、その動作は先のステップS103で説明した位置合わせ処理と同様であるので、重複する説明は省略する。

【0108】

(6) 工程展開 (ステップS107)

以下に説明する工程展開処理は、主に図1の工程展開処理部15によって実行される。この工程展開処理は、加工モードと呼ばれる旋削加工、点加工、面加工、面取り加工などで構成される一連の加工作業を、同一の主軸かつ同一の工具をもって連続的な加工が行われる加工単位 (以下加工ユニットという) まで分解するものであり、加工作業は、複数の加工ユニットの組み合わせとして構成される。また、この工程展開処理では、第1工程および第2工程の双方の加工作業を加工ユニット単位に展開する。

【0109】

複合加工の場合の自動工程展開の順序のデフォルトは、旋削加工→面加工→点加工→面取り加工とし、この順序はオペレータが任意に設定可能とする。穴加工しか行わない加工に対処するべく、旋削加工、面加工、面取り加工を省略し、点加工のみを工程展開するルールを設定可能とする。

【0110】

また、旋削加工内の各加工の順序のデフォルトは、端面加工→旋削ドリル（中心孔）→棒材外径→棒材内径とし、この順序もオペレータが任意に設定可能とする。したがって、端面加工→棒材外径加工→旋削ドリル→棒材内径加工という順序でも可能であり、また端面加工→旋削ドリル→棒材内径加工→棒材外径加工という順序でも可能である。

【0 1 1 1】

面加工は、加工深さの浅いものから順に工程展開する。点加工は、円柱形状または円柱形状+円錐形状の場合はドリルに展開し、異なる径の2つの円柱形状+円錐形状は座付きに展開する。CADデータに加工属性データが付随している場合は、タップ、リーマ、ボーリング、シンエンに展開可能である。また、点加工においては、同径の穴の配列に応じて点、列、四角、格子の4つの形状シーケンスに分類し、これら分類した夫々の形状シーケンスで決められた順序で穴加工を行うことで、点加工の効率を向上させる。また、穴の直径値を閾値と比較し、この比較結果に基づき点加工を行うべきかポケットミル加工を行うべきかを判定し、この判定結果に応じて点加工およびポケットミル加工の何れかを実行する。この場合、直径値の閾値は任意設定可能とする。

【0 1 1 2】

また、点加工において、各穴が、図18（a）に示すような1つの点加工で加工可能な通し穴であるか、図18（b）に示すような2つの点加工でしか加工が不可能な2つ穴であるかを自動判定し、この判定結果に点加工の展開を行う。

【0 1 1 3】

図19は旋削加工の工程展開の一例を内径部についてのみ示したものである。70が製品形状の1/2断面である。この場合は、第1工程では、最初に領域71を旋削ドリル加工し、つぎに領域72を旋削内径加工する。第2工程では、領域73を旋削内径加工する。これらの各領域71，72，73が夫々1つの加工ユニットである。

【0 1 1 4】

また、第1チャックの爪の間の領域に、図20（a）に示すように、旋削加工部74の下部に点加工部75が存在する場合は、図20（b）に示すように、点

加工部 7 5 の穴形状を素材モデルの表面まで延ばし、この穴形状を延ばした点加工部 7 5 の点加工を通常第 2 工程より安定的な加工をなし得る第 1 工程で行うようにする。そして、旋削加工部 7 4 に対する旋削加工は第 2 工程で行う。

【0 1 1 5】

(7) 工具選定処理 (ステップ S 1 0 8)

以下に説明する工程展開処理は、主に図 1 の工具選定処理部 1 6 によって実行される。図 2 0 は工具シーケンスの自動展開手順を示す図である。

【0 1 1 6】

まず、C A D データの仕上げ記号などに応じて仕上げ代を決める仕上げ代展開が行われる (ステップ S 1 6 0)。つぎに、工程展開した各加工箇所を何本の工具で加工するかを決める工具種類展開が行われる (ステップ S 1 6 1)。つぎに、工具データベースから各加工箇所についての最適な工具を選択する工具決定処理が行われる (ステップ S 1 6 2)。最後に、工具が決定されたので、工具に応じた切削条件を決定する (ステップ S 1 6 3)。

【0 1 1 7】

(8) プログラム展開 (ステップ S 1 0 9)

このプログラム展開処理は、主に図 1 のプログラム展開処理部 1 9 によって実行される。このプログラム展開処理では、工程展開された複数の加工ユニットの組み合わせと、決定された工具情報と、切削条件に基づいて、所定の言語から成る N C 作成用プログラムを作成する。この N C 作成用プログラムは、N C 装置 9 側で数値プログラムとしての N C プログラムに変換される。プログラム展開処理を行うときは、プログラム生成ボタン 7 9 を投入する (図 3 参照)。

【0 1 1 8】

(9) 展開不可形状編集 (ステップ S 1 1 0)

以下に説明する展開不可形状編集処理は、主に図 1 の展開不可形状編集処理部 1 7 によって実行される。この展開不可形状編集処理は、先の工程展開処理で加工ユニットに自動展開できなかった展開不可形状を、何らかの加工ユニットに変換するための編集作業を行うものである。

【0 1 1 9】

展開不可形状としては、曲面加工、特殊工具での加工が必要な形状、本自動プロによって作成されるNC作成用プログラムの加工ユニットにない形状、テーパポケットのテーパ部およびその上部、底面Rや底面フィレット付きポケットのR部やフィレット部およびその上部などがある。

【0 1 2 0】

加工ユニットに自動展開できなかった展開不可形状は、図 2 2 (a) に示すように、加工ユニットをツリーで階層表示する加工形状ツリー部 8 0 において、展開不可形状 8 1, 8 2 として表示される。

【0 1 2 1】

この加工形状ツリー部 8 0 においては、加工ユニット名の変更、加工ユニットの順序変更および加工ユニットの有効／無効の切替えの編集操作を行うことができる。図 2 2 においては、加工ユニット名として、「棒材外径」、「ポケットミル」、「展開不可」などが付けられており、加工ユニット名の左に付された数字が加工ユニットの加工順番である。また、加工ユニットの順序を変更した際には、この順序変更による干渉がチェックされる。

【0 1 2 2】

展開不可形状は、図 2 2 (b) に示すように、加工ユニット名を、例えば「展開不可」から「ポケットミル」などへ変更し、さらに、形状シーケンス（輪郭を表す形状の指定の仕方）および工具を指定することで、本自動プロによって作成可能なNC作成用プログラムに展開することができる。

【0 1 2 3】

(1 0) プログラム編集 (ステップ S 1 1 1)

以下に説明するプログラム編集処理は、主に図 1 のプログラム編集処理部 1 8 によって実行される。このプログラム編集処理では、作成されたNC作成用プログラムの編集処理を行う。

【0 1 2 4】

図 2 3 に示すように、プログラム編集画面 8 4 は、加工形状ツリー部 8 0 / プログラムツリー部 8 5、3次元表示部 8 6、エディタ部 8 7 およびメニュー表示部 9 1 を有している。

【 0 1 2 5 】

加工形状ツリー部 8 0 は加工ユニット名をツリー形式で階層表示する。プログラムツリー部 8 5 は N C 作成用プログラム名（加工ユニット単位）をツリー形式で階層表示する。3 次元表示部 8 6 には、製品モデルあるいは製品モデルおよび素材モデルがワイヤフレームなどで 3 次元表示される。エディタ部 8 7 には、加工形状ツリー部 8 0 を選択表示したときには、加工形状ツリー部 8 0 で選択された加工ユニット名に対応する加工ユニットデータ（形状シーケンスおよび加工内容等を含むデータ）が表示され、プログラムツリー部 8 5 を選択表示したときには、プログラムツリー部 8 5 で選択されたプログラム名（図 2 6 の場合は加工ユニット名と同一のプログラム名が付けられている）に対応する N C 作成用プログラムが表示される。また、エディタ部 8 7 では、加工形状ツリー部 8 0 またはプログラムツリー部 8 5 で選択された加工ユニットに対応する加工内容を示すデータまたは N C 作成用プログラムの先頭にカーソルが位置される。

【 0 1 2 6 】

ここで、加工形状ツリー部 8 0 およびプログラムツリー部 8 5 の何れかを選択して、エディタ部 8 7 に形状シーケンスなどの加工ユニットデータおよび N C 作成用プログラムの何れかを表示させた際には、エディタ部 8 7 のカーソル 8 8 の位置に対応する加工ユニット 8 9 が、3 次元表示部 8 6 において、強調表示される。

【 0 1 2 7 】

このように、カーソル位置に対応する加工ユニットが、3 次元表示部 8 6 において、強調表示されるので、カーソル位置がどの加工ユニットに対応するか一目瞭然に判断することができ、編集作業が効率化され、また編集ミスなども少なくなる。

【 0 1 2 8 】

また、3 次元表示部 8 6 で選択した形状を形状シーケンスとしてエディタ部 8 7 のカーソル位置に挿入することができる。この機能は、展開不可形状の編集の際などに便利な機能である。この機能は次のようにして実行される。

【 0 1 2 9 】

まず、形状シーケンスを挿入したい加工ユニット名（この場合は展開不可ユニットであるとする）をプログラムツリー部 8 5 で選択する。つぎに、プログラムツリー部 8 5 または 3 次元表示部 8 6 上で、展開不可ユニットの形状全体を選択する。図 2 4（a）に展開不可ユニットの全体が表示されている状態が示されている。

【0 1 3 0】

つぎに、座標値を取得したい形状要素（例えば 1 つの平面）を 3 次元表示部 8 6 上でマウスなどで選択する。選択された面 9 0 は、3 次元表示部 8 6 上で、図 2 4（b）に示すように強調表示される。

【0 1 3 1】

この状態で、エディタ部 8 7 のカーソル位置を所望の位置に移動させた後、プログラム編集画面 8 4 のメニュー表示部 9 1 の図示しない「形状シーケンス挿入ボタン」を押すと、図 2 5 に示すように、上記選択した面 9 0 に対応する形状シーケンスが、エディタ部 8 7 のカーソル位置に挿入される。

【0 1 3 2】

このように、3 次元表示部 8 6 で選択した形状を形状シーケンスとしてエディタ部 8 7 のカーソル位置に挿入することができるようにしたので、効率よく展開不可形状などの編集作業をなし得る。

【0 1 3 3】

さらに、加工形状ツリー部 8 0 で選択した加工ユニット名に対応する NC 作成用プログラムをエディタ部 8 7 のカーソル位置に挿入することができる。この機能は、誤操作などで、加工ユニットのプログラムを壊した場合などに使用することができ、加工ユニット単位のプログラム変換を行うことができる。この機能は次のようにして実行される。

【0 1 3 4】

挿入する加工ユニット名を加工形状ツリー部 8 0 で選択する（図 2 6 参照）。つぎに、挿入する位置の次のプログラム名（図 2 6 の場合は加工ユニット名とプログラム名が一致している）をプログラムツリー部 8 5 で選択する。このとき、エディタ部 8 7 のカーソルは、プログラムツリー部 8 5 で選択されたプログラム

名に対応するNC作成用プログラムの先頭に位置している。

【0 1 3 5】

この状態で、プログラム編集画面 8 4 のメニュー表示部 9 1 の図示しない「ユニット挿入ボタン」を押すと、加工形状ツリー部 8 0 で選択された加工ユニット名に対応するプログラム名がプログラムツリー部 8 5 で選択したプログラム名の前に加工ユニット単位で挿入されるとともに、加工形状ツリー部 8 0 で選択された加工ユニット名に対応するNC作成用プログラムが、エディタ部 8 7 のカーソル位置の前に、加工ユニット単位で挿入される。

【0 1 3 6】

このように、加工ユニット名に対応するプログラム名およびプログラムを、プログラムツリー部 8 5 およびエディタ部 8 7 の所望の位置に加工ユニット単位で簡便に挿入することができるので、加工ユニットのプログラムを壊した等のときに、編集作業を効率よく行うことができる。なお、最初に挿入する位置の次のプログラム名をプログラムツリー部 8 5 で選択し、その後で挿入する加工ユニット名を加工形状ツリー部 8 0 で選択するようにしてもよい。

【0 1 3 7】

実施の形態 2.

つぎに、図 2 7 を用いてこの発明の実施の形態 2 について説明する。先の実施の形態 1 においては、メイン主軸およびサブ主軸の 2 つの主軸を有する 2 主軸工作機械に適用される自動プロに関して説明したが、実施の形態 2 では、メイン主軸およびサブ主軸の 2 つの主軸を有する 2 主軸工作機械とメイン主軸しか有さない 1 主軸工作機械とのどちらの工作機械にも適用可能な自動プロについて説明する。

【0 1 3 8】

サブ主軸がなくメイン主軸のみの機械の場合、1 工程目（第 1 工程に対応）が終了すると、素材モデルを反転させてメイン主軸のチャックに再び把持させ残りの領域の加工を行う 2 工程目（第 2 工程に対応）を実行させることになる。

【0 1 3 9】

以下、図 2 7 のフローチャートに従って、実施の形態 2 の自動プロの動作につ

いて説明する。まず、この自動プロにおいては、制御対象の工作機械にサブ主軸があるか否かを示すパラメータを有しており、このパラメータを参照することにより制御対象がサブ主軸（第2主軸）付きの機械であるか否かを判定する（ステップS 2 0 0）。

【0 1 4 0】

サブ主軸付きの機械が制御対象であると判断した場合は、先の実施の形態1と同様、ステップS 1 0 0～S 1 0 9の処理を実行する（図2参照）。このような処理によれば、ステップS 1 0 7，S 1 0 8で第1工程および第2工程を同時にプログラム展開するので、第1工程プログラム、素材受け渡し、ヘッド選択および第2工程プログラムを有し、全工程を自動運転することができる連続した1本のプログラムとなる。また、この場合、第1工程の情報を引き継いで第2工程のプログラムを作成するので、第2工程では、ステップS 1 0 0の製品形状入力処理、ステップS 1 0 1の素材形状設定処理を省略することができ、効率の良いプログラム作成が可能となる。

【0 1 4 1】

一方、サブ主軸がない1主軸工作機械が制御対象であると判断した場合は、次のような処理を行う。まず、ステップS 1 0 0と同様の製品形状入力処理を行い（ステップS 2 2 0）、つぎにステップS 1 0 1と同様の素材形状設定処理を行い（ステップS 2 2 1）、つぎにステップS 1 0 2と同様の第1工程（1工程目）治具設定処理を行い（ステップS 2 2 2）、つぎにステップS 1 0 3と同様の位置合わせ処理を行い（ステップS 2 2 3）、つぎに、ステップS 1 0 4と同様の工程分割処理を行う（ステップS 2 2 4）。

【0 1 4 2】

ここで、1主軸工作機械が制御対象である場合は、1工程目のみの工程展開および工具選定を実行する（ステップS 2 2 5）。そして、1工程目のみのプログラム展開を実行する（ステップS 2 2 6）。つぎに、素材モデルを180度反転させてからメイン主軸のチャックモデルに再び把持させる（ステップS 2 2 7）。

【0 1 4 3】

つぎに、ステップ S 1 0 5 と同様の第 2 工程（2 工程目）治具設定処理を行い（ステップ S 2 2 8）、つぎにステップ S 1 0 6 と同様の位置合わせ処理を行う（ステップ S 2 2 9）。

【0 1 4 4】

つぎに、2 工程目のみの工程展開および工具選定を実行する（ステップ S 2 3 0）。そして、2 工程目のみのプログラム展開を実行する（ステップ S 2 3 1）。このようにして、1 工程目プログラムおよび 2 工程目プログラムの 2 つのプログラムから成る NC 作成用プログラムを作成する。

【0 1 4 5】

このように実施の形態 2 によれば、制御対象の工作機械にサブ主軸があるか否かを示すパラメータを有し、このパラメータ判定に応じて 1 主軸機械用の自動プロおよび 2 主軸機械用の自動プロのどちらかを動作させるようにしたので、メイン主軸およびサブ主軸の 2 つの主軸を有する 2 主軸工作機械とメイン主軸しか有さない 1 主軸工作機械とのどちらの工作機械にも適用可能な自動プロを提供することができる。

【0 1 4 6】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、素材データベースから製品形状を包含する最小の素材データを自動選択するようにしたので、オペレータが適当な素材データを手動で選ぶ手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業を行うことができる。

【0 1 4 7】

つぎの発明によれば、治具の把持位置を自動決定するようにしているので、オペレータが治具の把持位置を手動で設定する手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業を行うことができる。

【0 1 4 8】

つぎの発明によれば、製品モデルを治具モデルに把持された素材モデル内に自動配置するようにしたので、素材モデルに対する製品モデルの位置をオペレータが手動で計算する手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業を行う

ことができる。

【0 1 4 9】

つぎの発明によれば、第 1 工程および第 2 の工程への工程分割を自動的に行うようにしたので、オペレータが手動で工程分割を行う手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業を行うことができる。

【0 1 5 0】

つぎの発明によれば、エディタ部におけるカーソル位置に対応する加工ユニットを、表示部上で強調表示することとしているので、カーソル位置がどの加工ユニットに対応するか一目瞭然に判断することができ、編集作業が効率化され、また編集ミスなども少なくなる。

【0 1 5 1】

つぎの発明によれば、表示部で選択した加工ユニットの形状データをエディタ部の指定した位置に挿入可能としたので、効率よく展開不可形状などの編集作業をなし得る。

【0 1 5 2】

つぎの発明によれば、加工ユニット名に対応するプログラム名およびプログラムを、プログラムツリー部およびエディタ部の所望の位置に加工ユニット単位で簡便に挿入することができるので、加工ユニットのプログラムを壊した等のときに、編集作業を効率よく行うことができる。

【0 1 5 3】

つぎの発明によれば、メイン主軸およびサブ主軸の 2 つの主軸を有する 2 主軸工作機械とメイン主軸しか有さない 1 主軸工作機械とのどちらの工作機械にも適用可能な自動プログラミング方法を提供することができる。

【0 1 5 4】

つぎの発明にかかるプログラムによれば、上記の発明のいずれか一つに記載された方法をコンピュータに実行させるようにしたので、そのプログラムがコンピュータ読み取り可能となり、これによって、上記の発明のいずれか一つの動作をコンピュータによって実行することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 コンピュータに搭載される自動プログラミング装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】 実施の形態 1 の自動プログラミング装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図 3】 製品形状読み込み画面の一例を示す図である。

【図 4】 素材形状データベースの記憶データの一例を示す図である。

【図 5】 素材モデルの自動選択処理手順を示すフローチャートである。

【図 6】 素材形状生成用ダイアログの一例を示す図である。

【図 7】 素材材質入力欄の表示態様を示す図である。

【図 8】 データ入力欄と素材データベースのリストボックス間のフォーカス移動を示す図である。

【図 9】 爪の個数、形状、寸法、把握位置の決定処理手順を示すフローチャートである。

【図 10】 素材端面形状の種類と爪の配置パターンが記載された爪の配置テーブルを示す図である。

【図 11】 製品モデルと素材モデルの自動位置合わせ処理を示すフローチャートである。

【図 12】 製品モデルと素材モデルの自動位置合わせ処理を行う位置合わせ画面の表示内容を示す図である。

【図 13】 Z 反転処理を示す図である。

【図 14】 形状移動メニューを示す図である。

【図 15】 形状移動ダイアログを示す図である。

【図 16】 工程分割処理を示すフローチャートである。

【図 17】 工程分割箇所が指定されたモデルの 1 / 2 断面を示す図である。

。

【図 18】 通し穴と 2 つ穴との自動判別処理を説明するための図である。

【図 19】 旋削加工の工程展開の一例を内径部について示した図である。

【図 20】 チャックの爪の間の領域の点加工を説明するための図である。

【図 21】 工具選定処理を示すフローチャートである。

【図 2 2】 展開不可形状に対する編集処理を説明するための図である。

【図 2 3】 プログラム編集画面を示す図である。

【図 2 4】 3次元表示部で選択した形状を形状シーケンスとしてエディタ部のカーソル位置に挿入する処理を説明する図である。

【図 2 5】 エディタ部に形状シーケンスが挿入された状態を示す図である。

。

【図 2 6】 プログラム編集画面を示す図である。

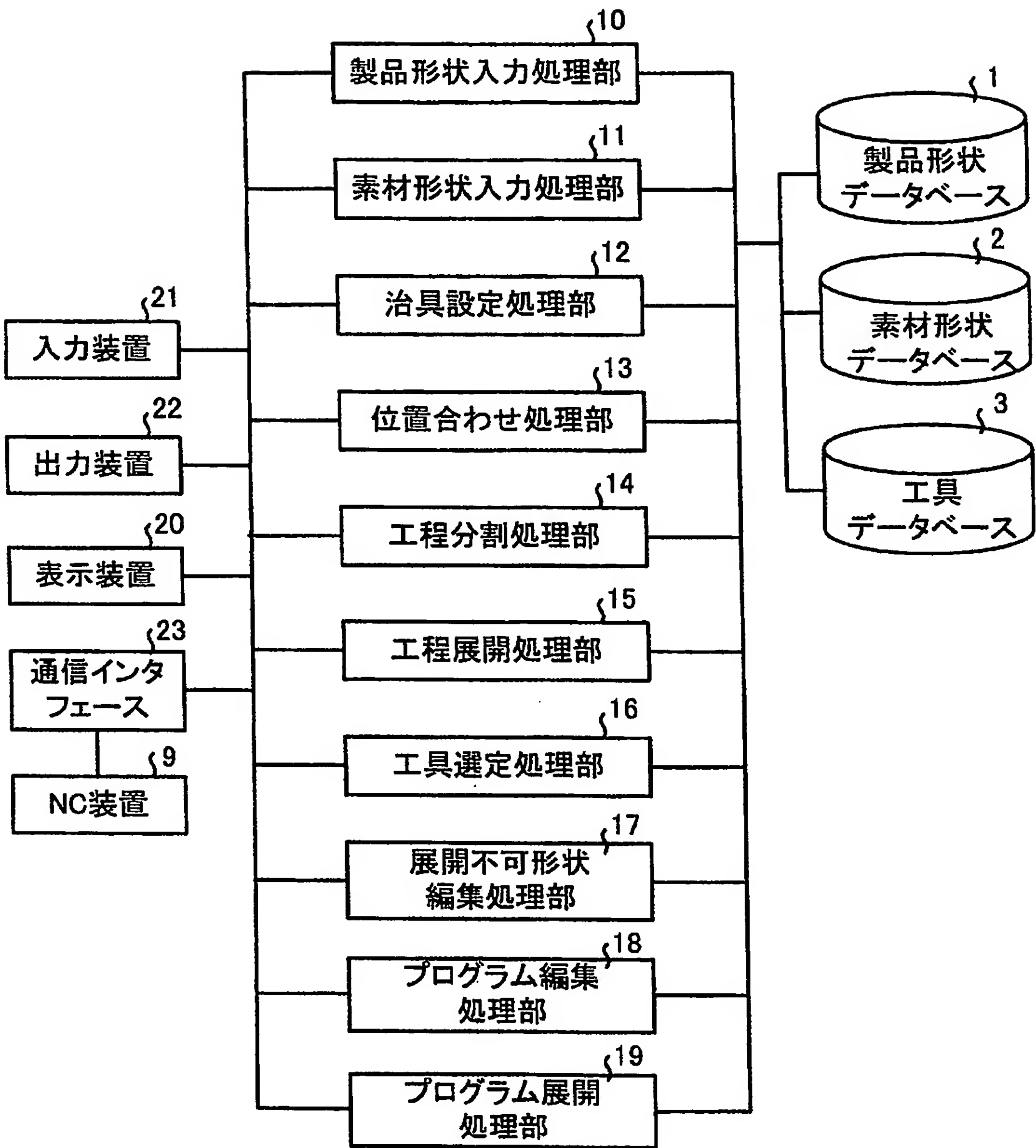
【図 2 7】 実施の形態 2 の自動プログラミング装置の動作手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

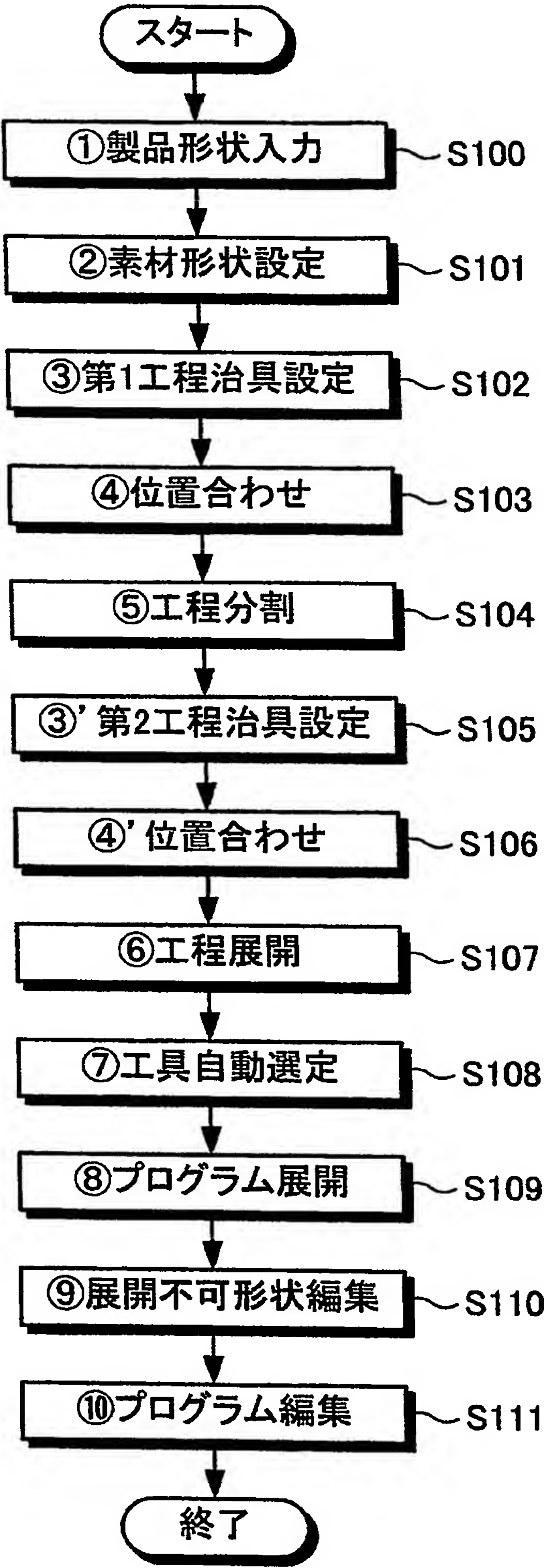
1 製品形状データベース、2 素材形状データベース、3 工具データベース、9 NC装置、10 製品形状入力処理部、11 素材形状入力処理部、12 治具設定処理部、13 位置合わせ処理部、14 工程分割処理部、15 工程展開処理部、16 工具選定処理部、17 展開不可形状編集処理部、18 プログラム編集処理部、19 プログラム展開処理部、20 表示装置、21 入力装置、22 出力装置、23 通信インタフェース、80 加工形状ツリー部、84 プログラム編集画面、85 プログラムツリー部、86 3次元表示部、87 エディタ部、91 メニュー表示部、M1 製品モデル、M2 素材モデル、ZG 治具モデル。

【書類名】 図面

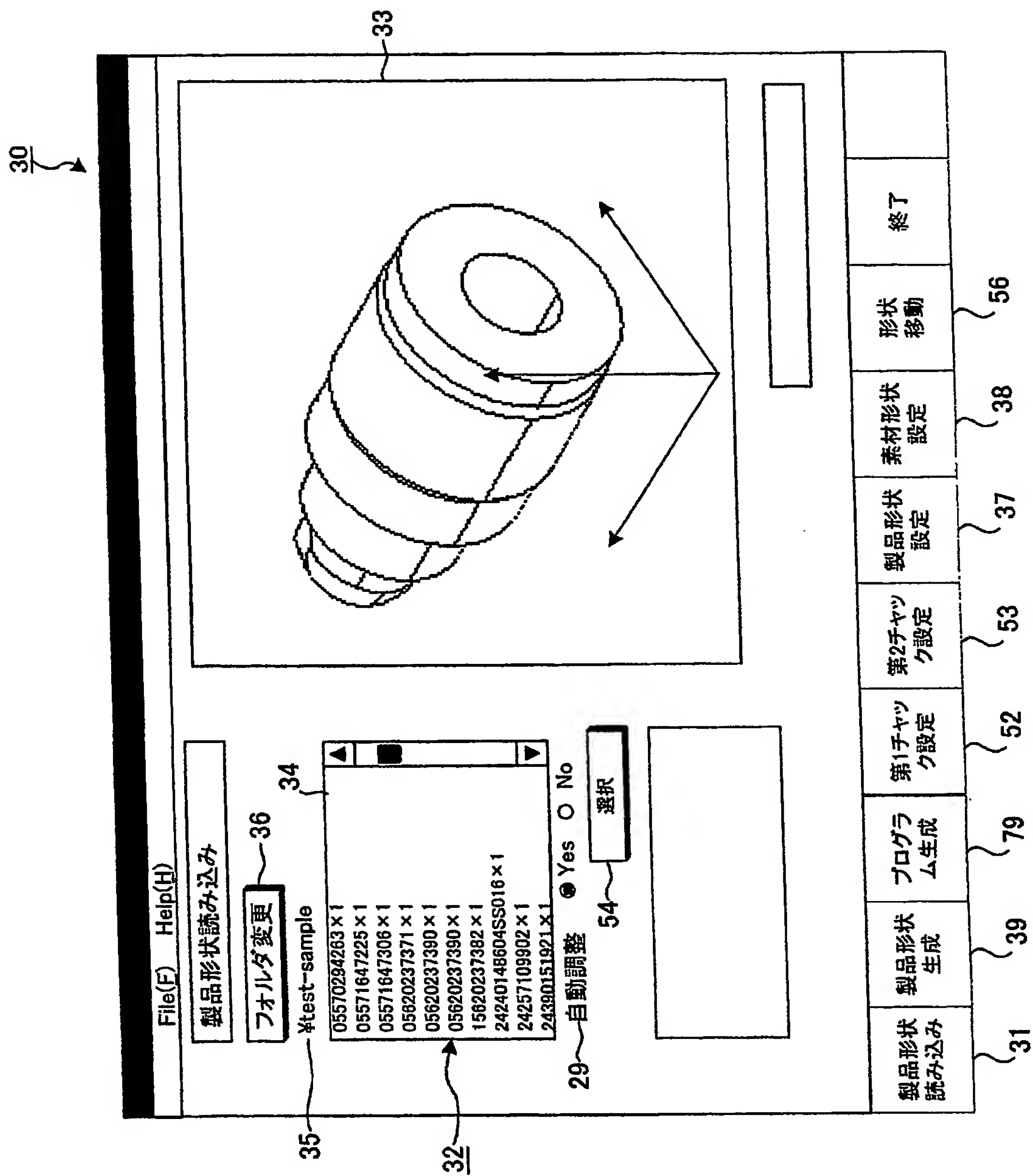
【図 1】



【図 2】



【図 3】

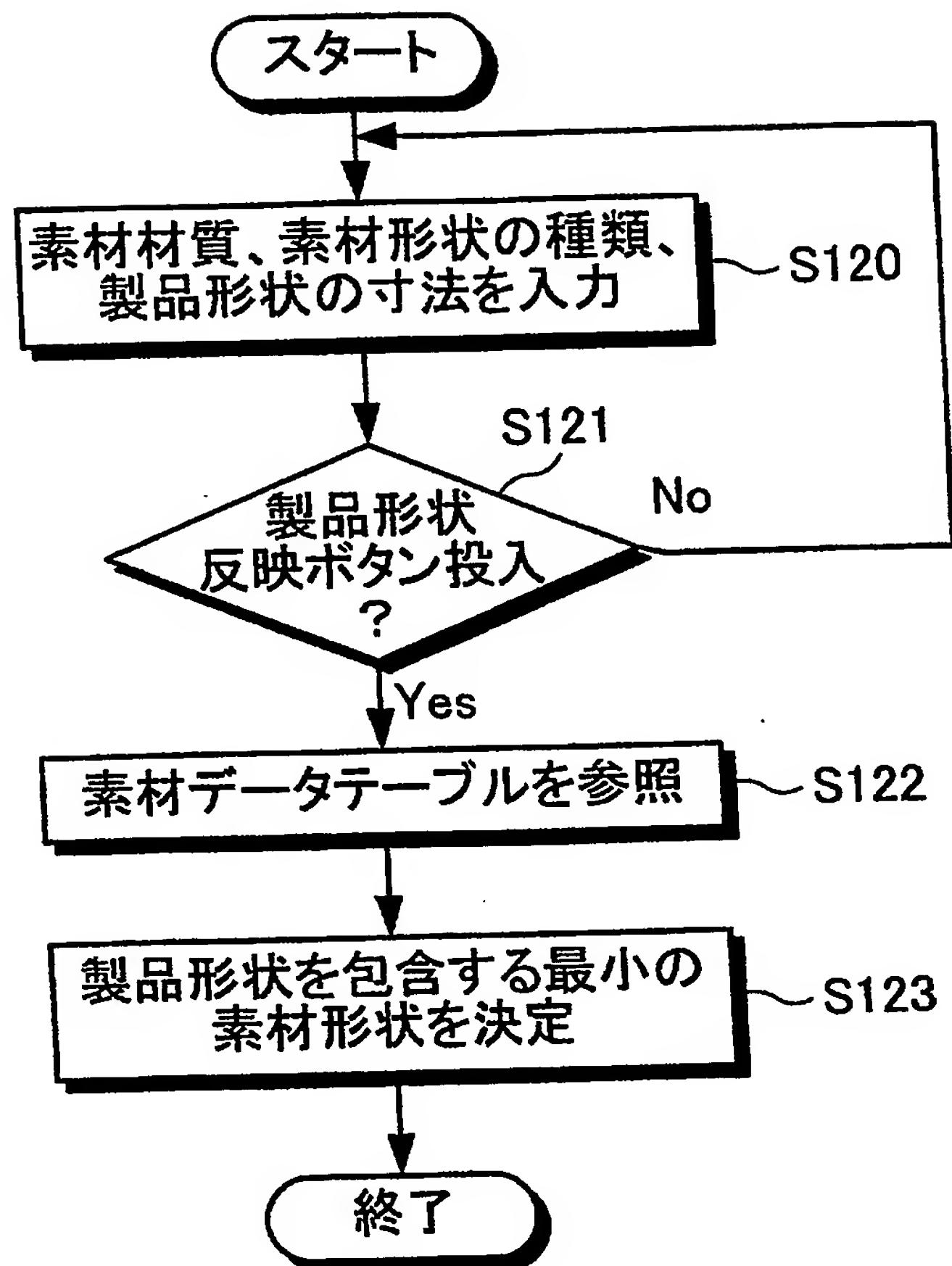


【図 4】

素材形状

材質	種類	外径	内径	．．．．
CBN STL	Cylinder	250	20	
CBN STL	Cylinder	250	30	
CBN STL	Cylinder	250	40	
CBN STL	Cylinder	250	50	
CBN STL	Cylinder	400		
CBN STL	Cylinder	400	30	
CBN STL	Cylinder	500		
CBN STL	Cylinder	800	70	
CBN STL	Cylinder	800	100	
CBN STL	Hexagon	300		
CBN STL	Hexagon	300		
CBN STL	Hexagon	400		

【図 5】



【図 6】

40

43

製品形状設定

製品形状を反映

製品形状

X180

Y180

Z150

41

42

44

45

46

47

48

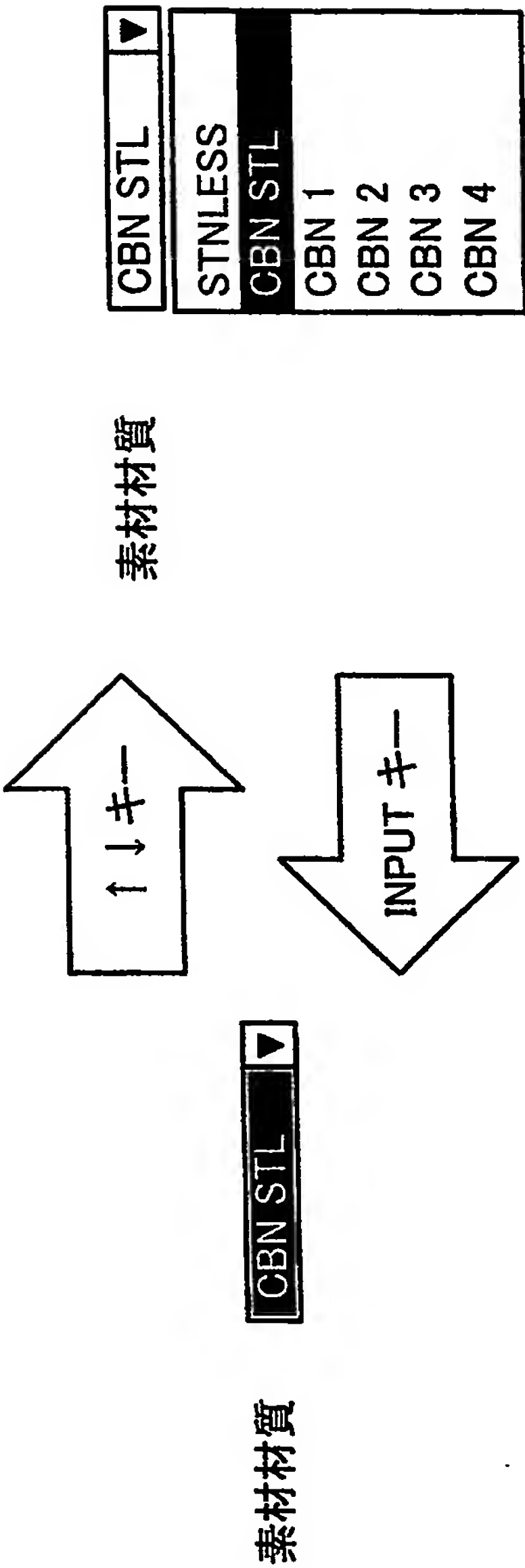
49

50

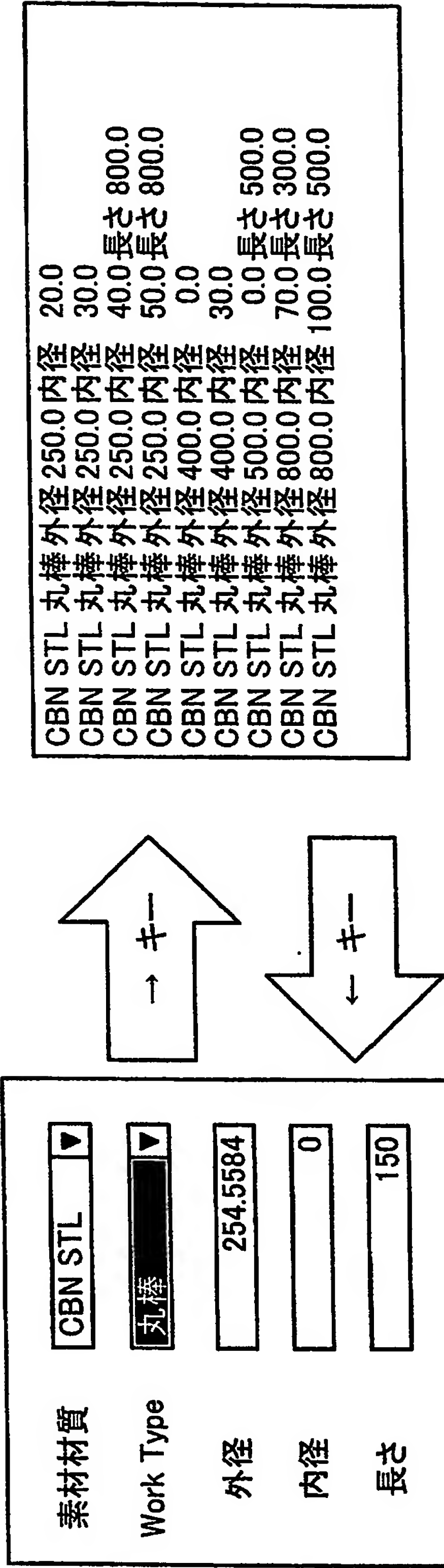
51

CBN	STL	丸棒	外径	254.5584	内径	0	長さ	150	端面高さ	0
CBN	STL	丸棒	外径	20.0	内径	30.0	長さ	800.0		
CBN	STL	丸棒	外径	250.0	内径	40.0	長さ	800.0		
CBN	STL	丸棒	外径	250.0	内径	50.0	長さ	800.0		
CBN	STL	丸棒	外径	250.0	内径	0.0				
CBN	STL	丸棒	外径	400.0	内径	30.0				
CBN	STL	丸棒	外径	400.0	内径	0.0	長さ	500.0		
CBN	STL	丸棒	外径	500.0	内径	70.0	長さ	300.0		
CBN	STL	丸棒	外径	800.0	内径	100.0	長さ	500.0		

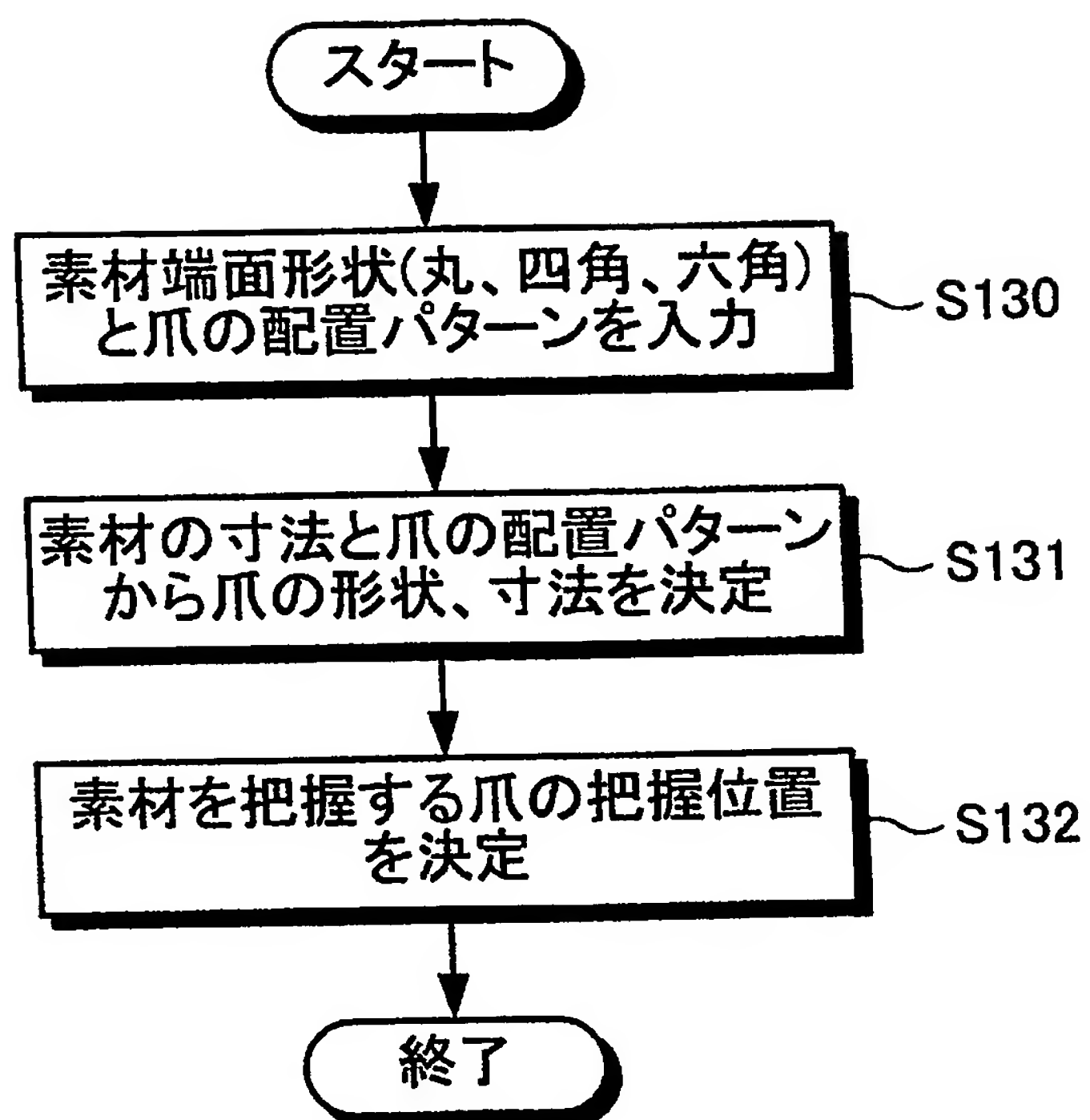
【図 7】



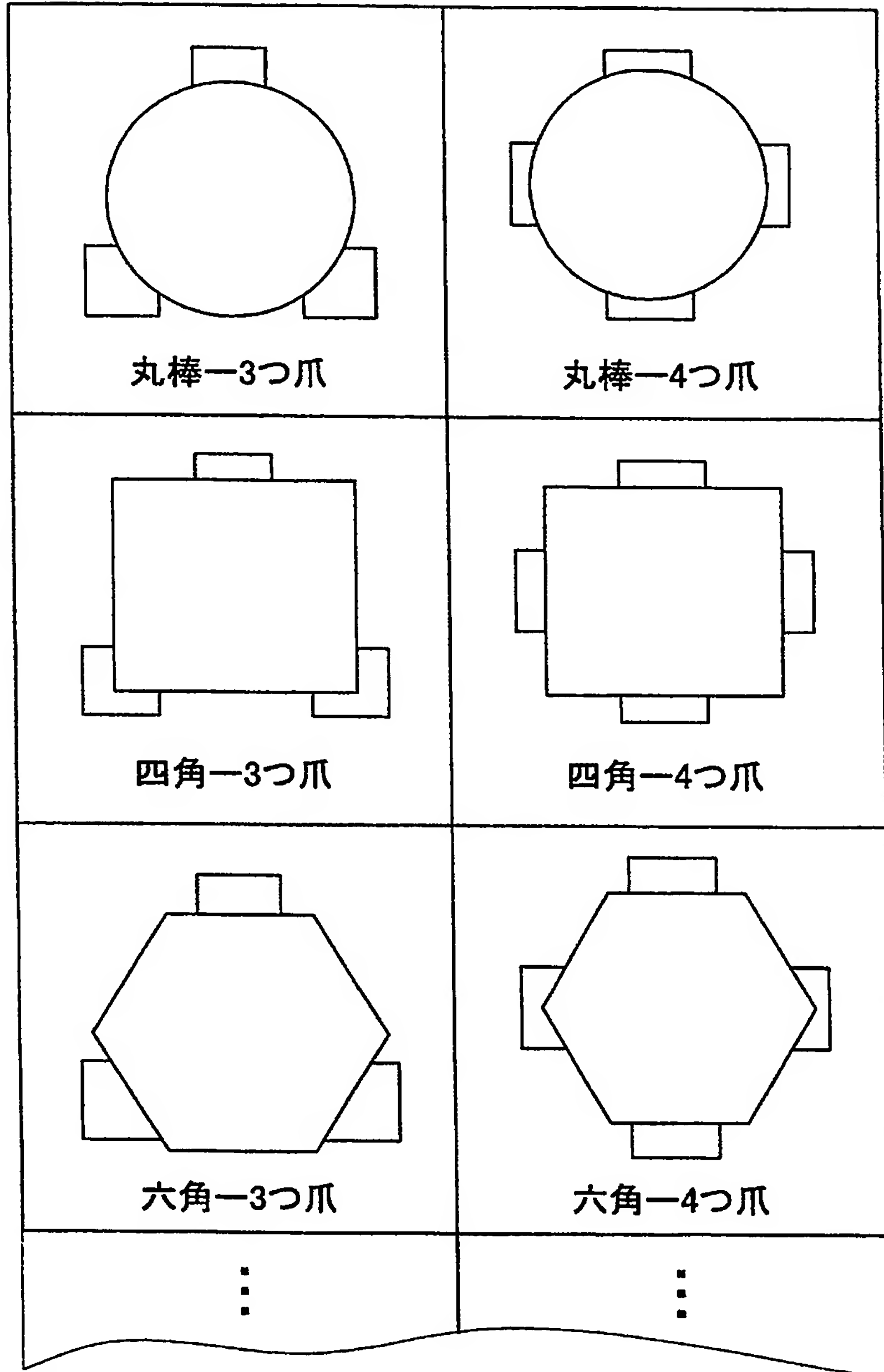
【図 8】



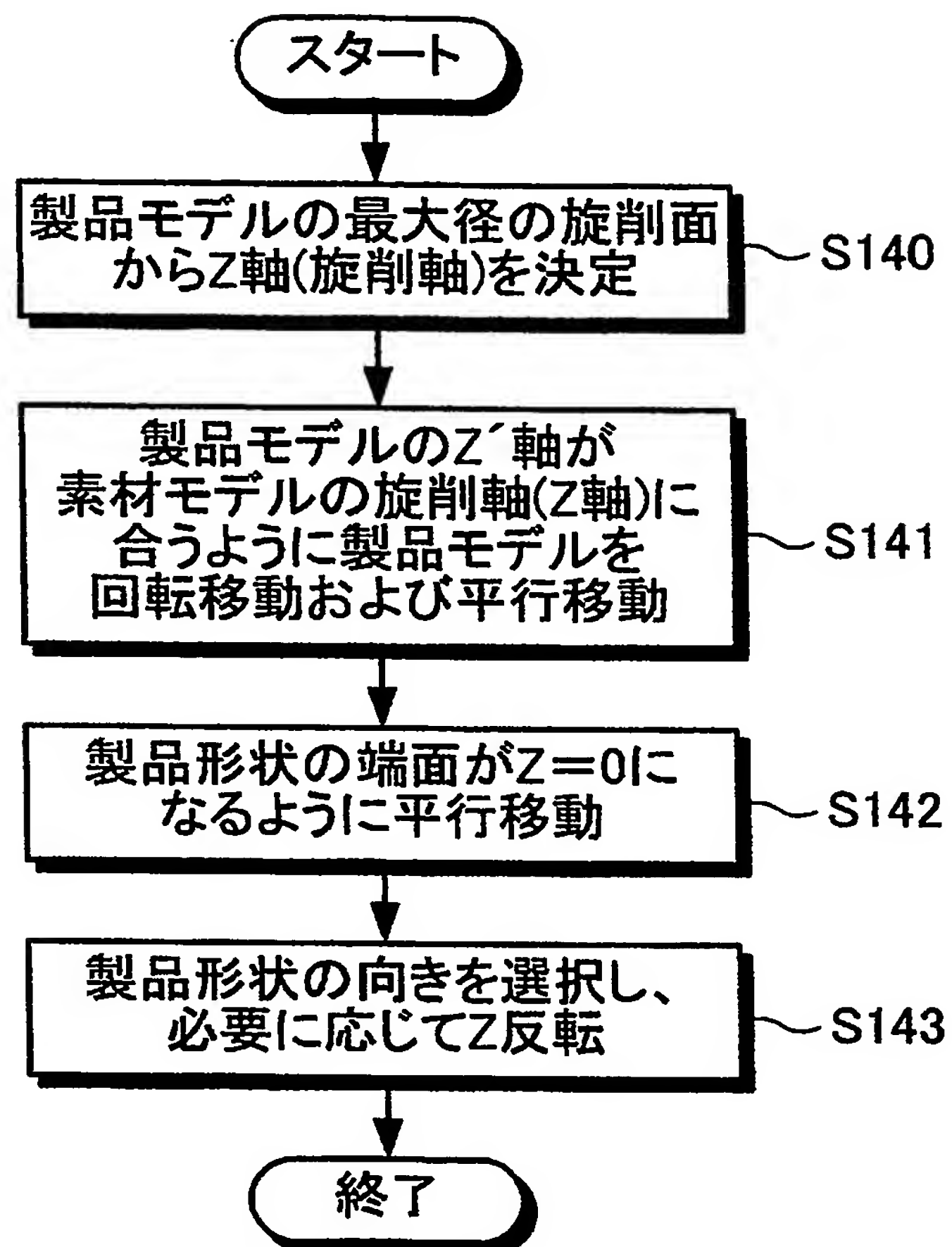
【図 9】



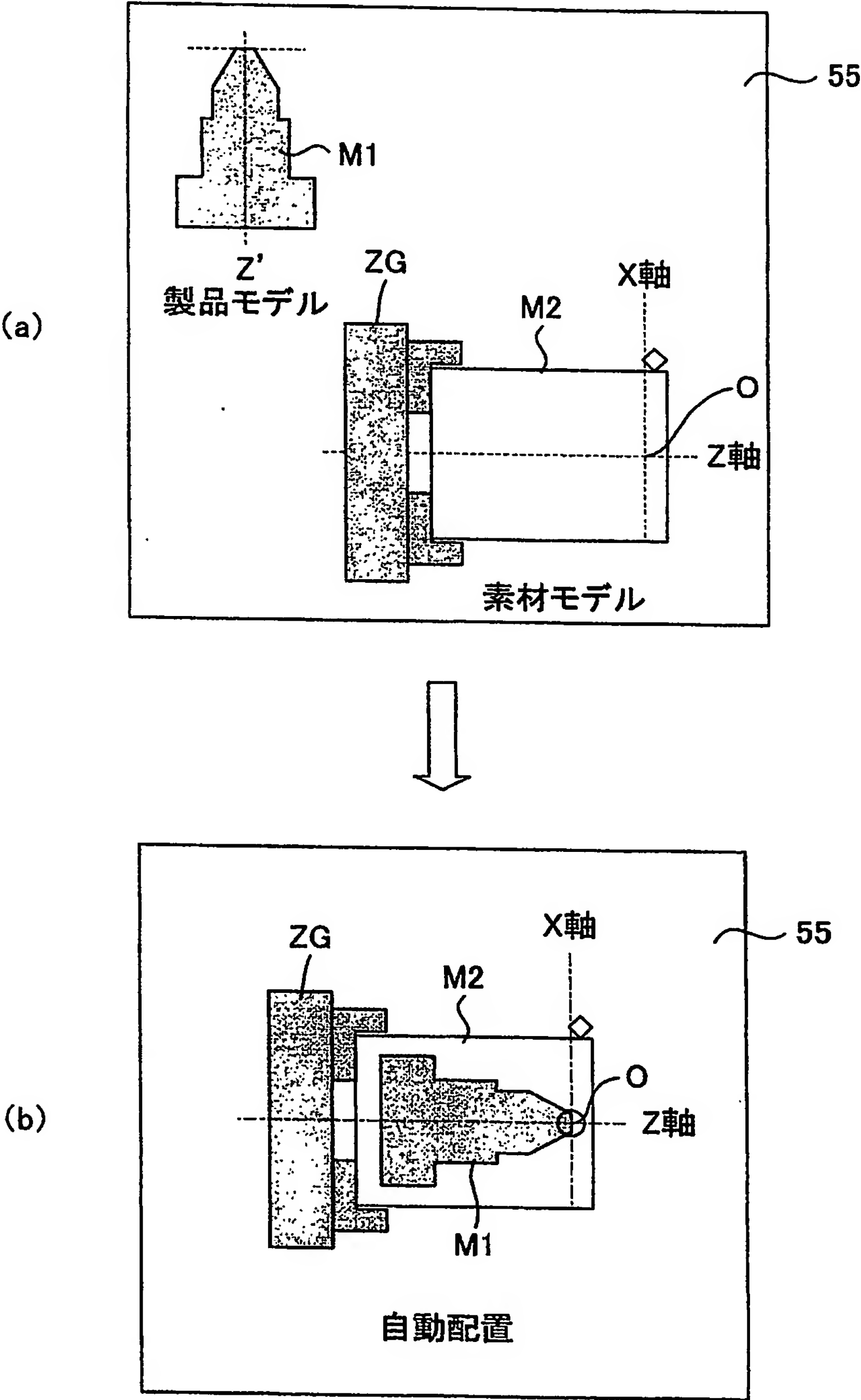
【図 10】



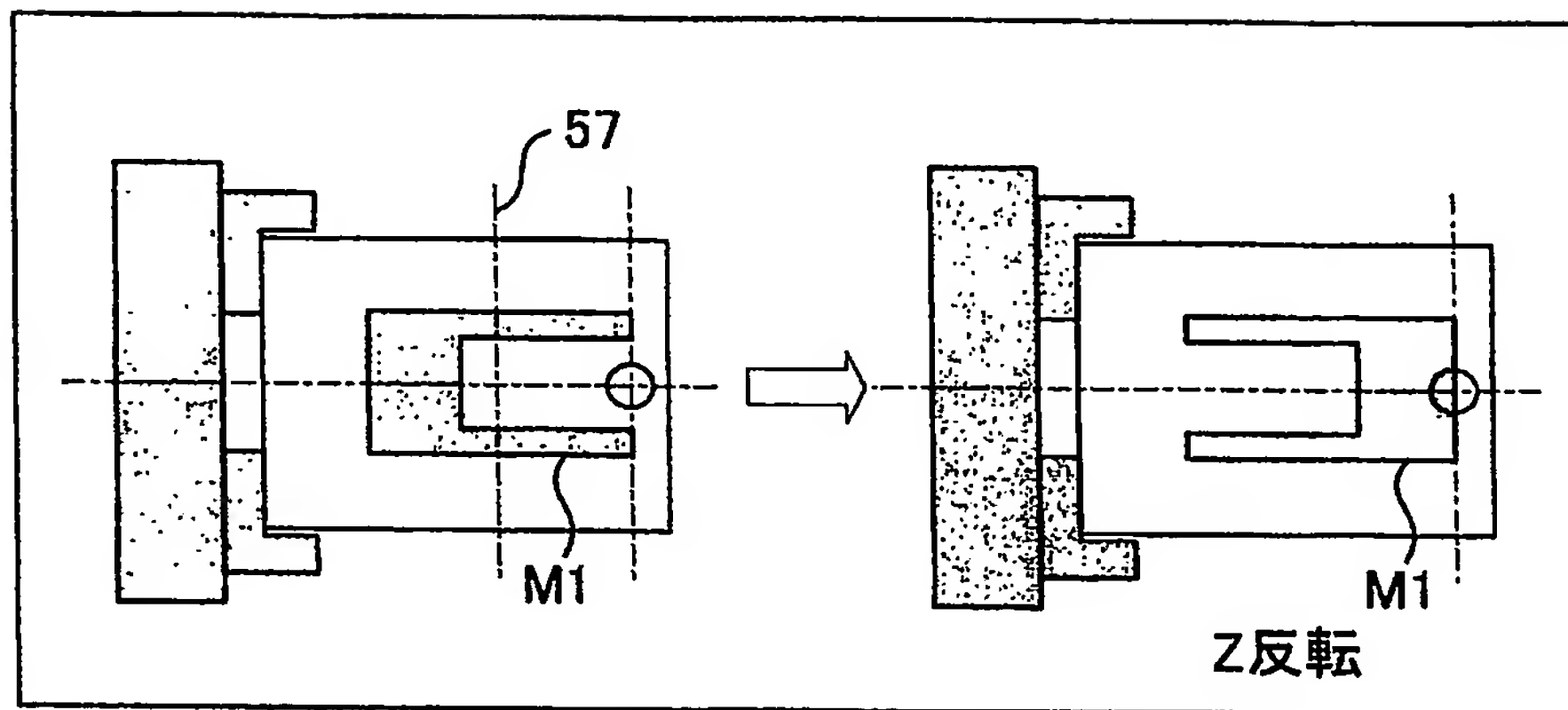
【図 11】



【図 1 2】



【図 13】



【図 1 4】

X軸 平行移動		Y軸 平行移動		Z軸 平行移動			X軸 回転移動		Y軸 回転移動		Z軸 回転移動			形状移動 終了		
------------	--	------------	--	------------	--	--	------------	--	------------	--	------------	--	--	------------	--	--

【図 15】

形状移動

☒ 製品形状

☐ 素材形状

☐ 第1チャック形状

☐ 第2チャック形状

ステップ量

移動量

移動

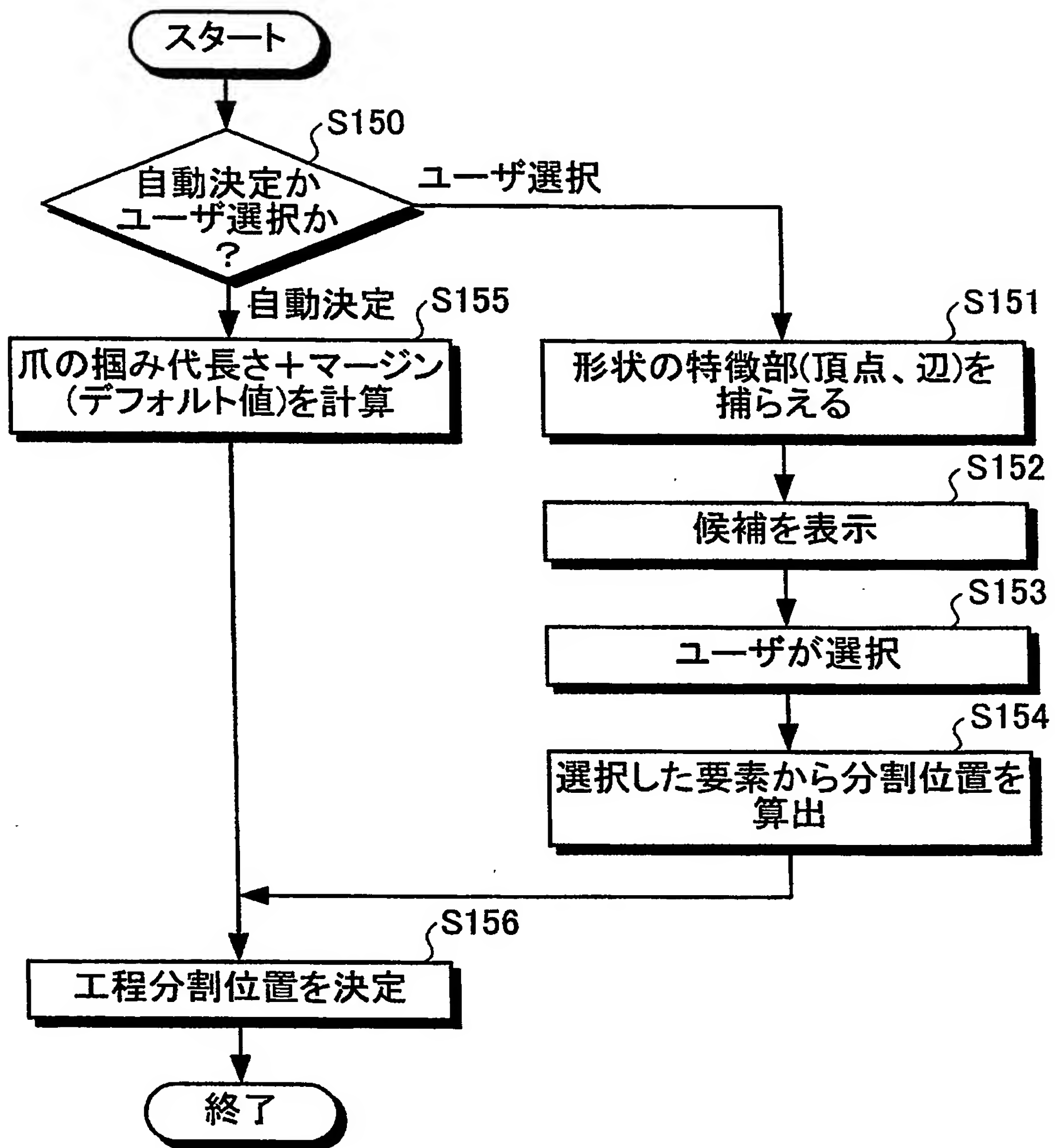
60

61

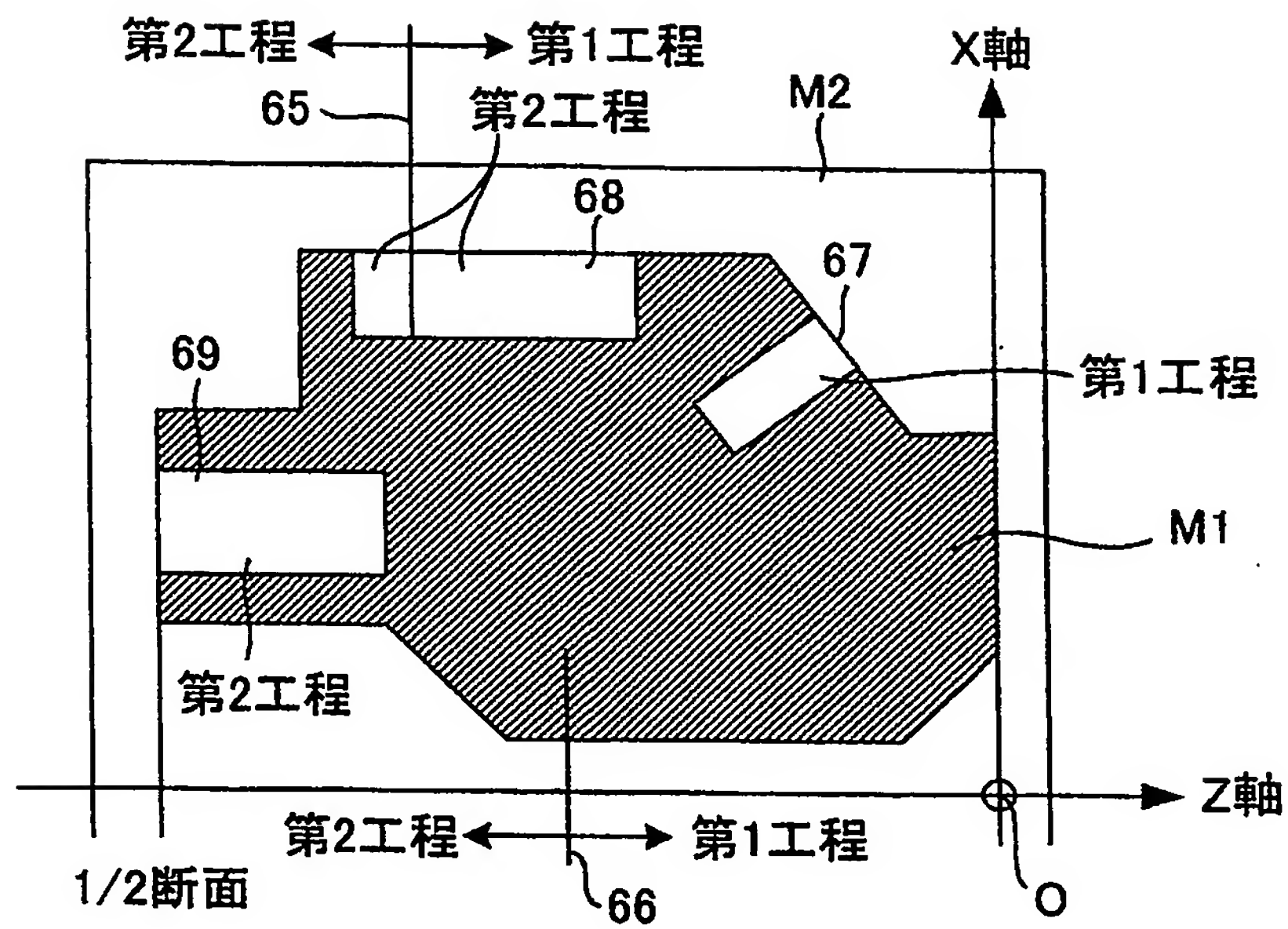
62

63

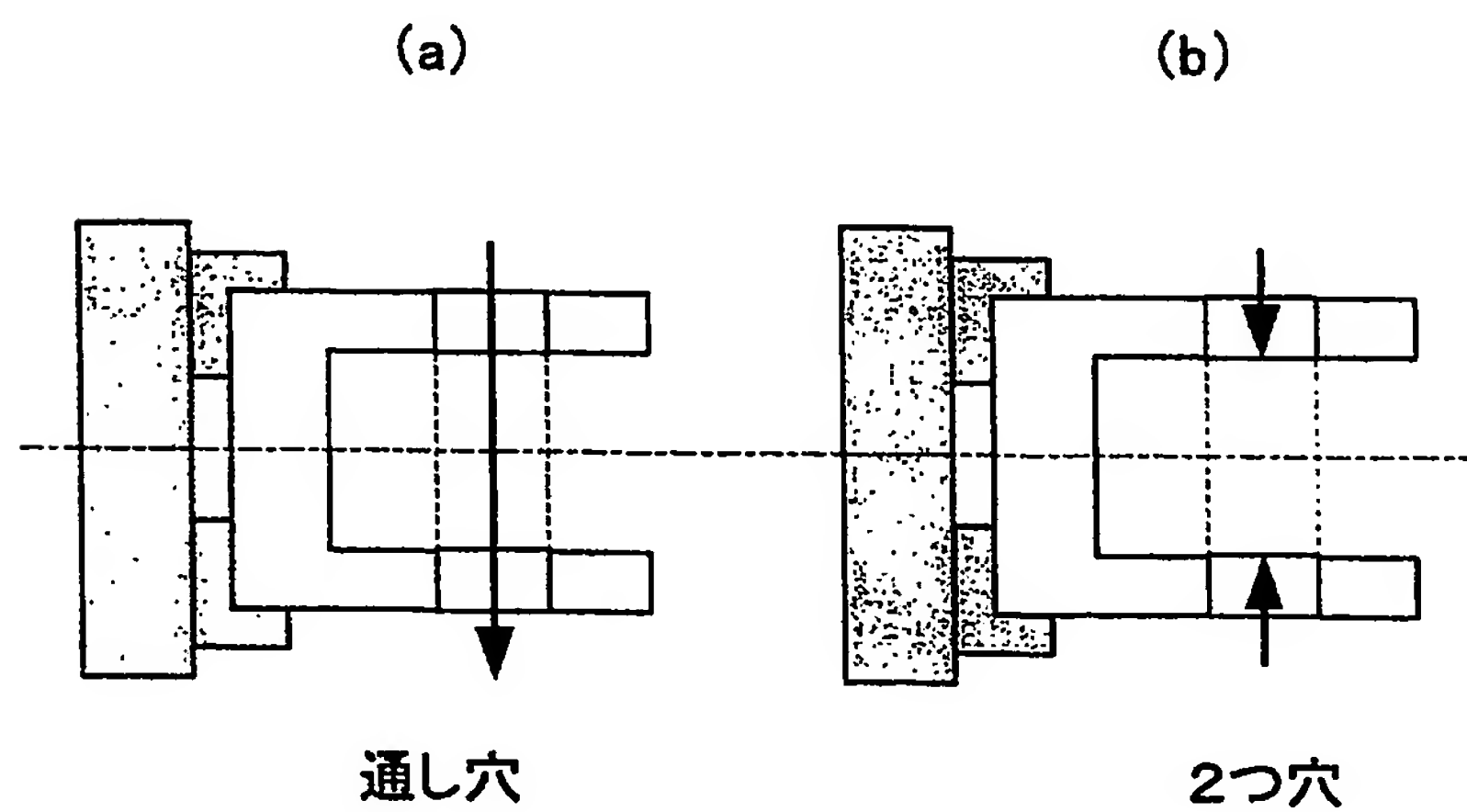
【図 16】



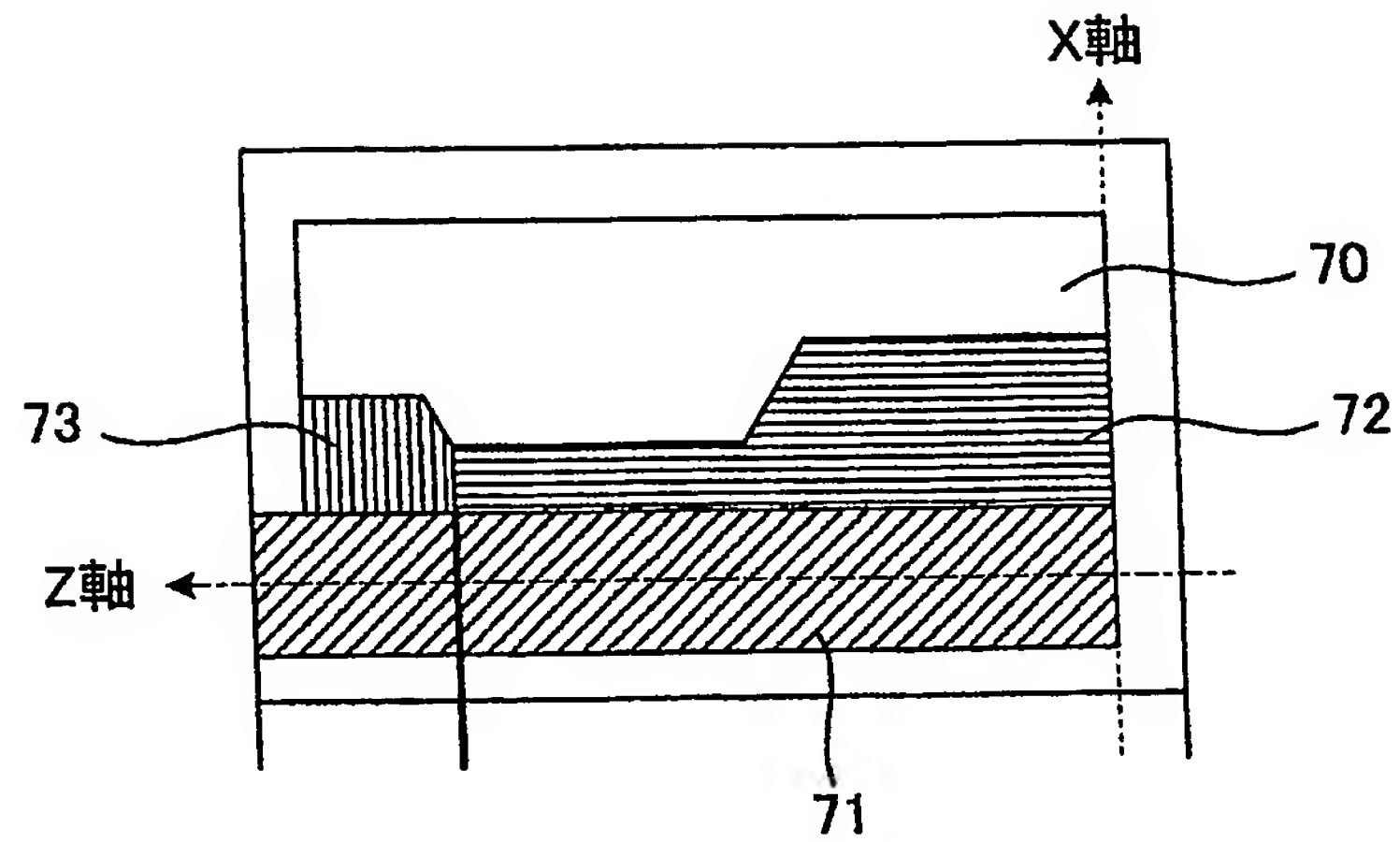
【図 17】



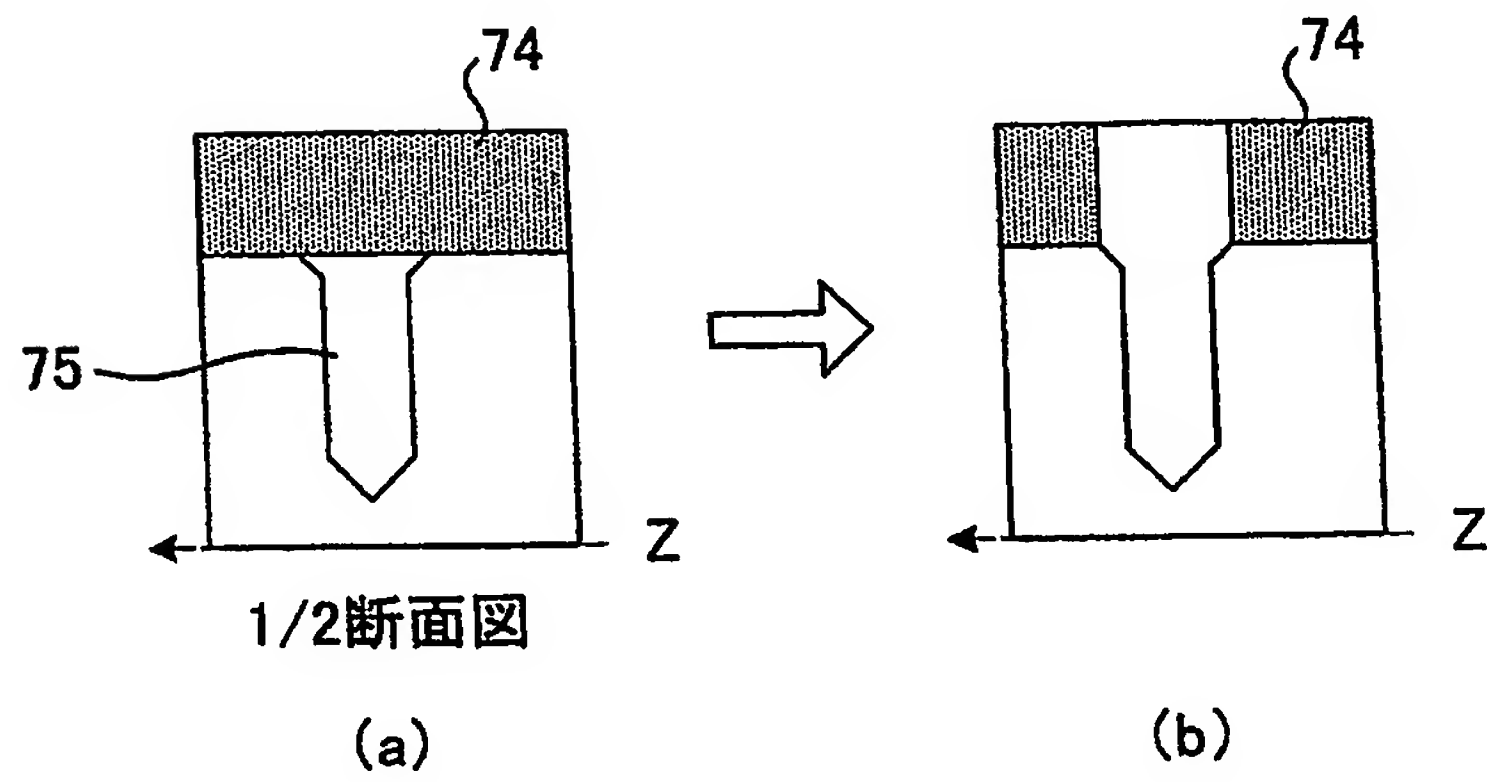
【図 18】



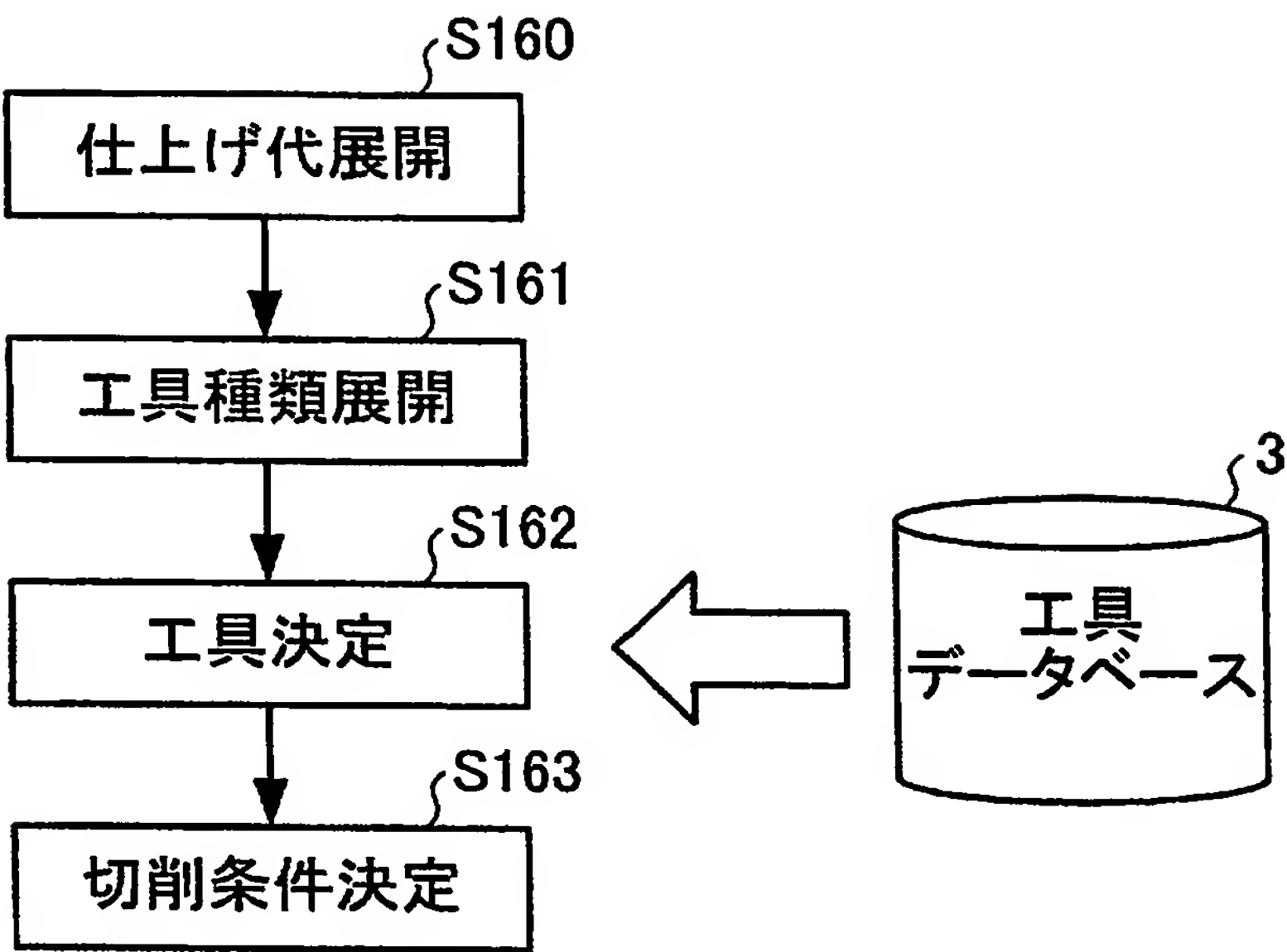
【図19】



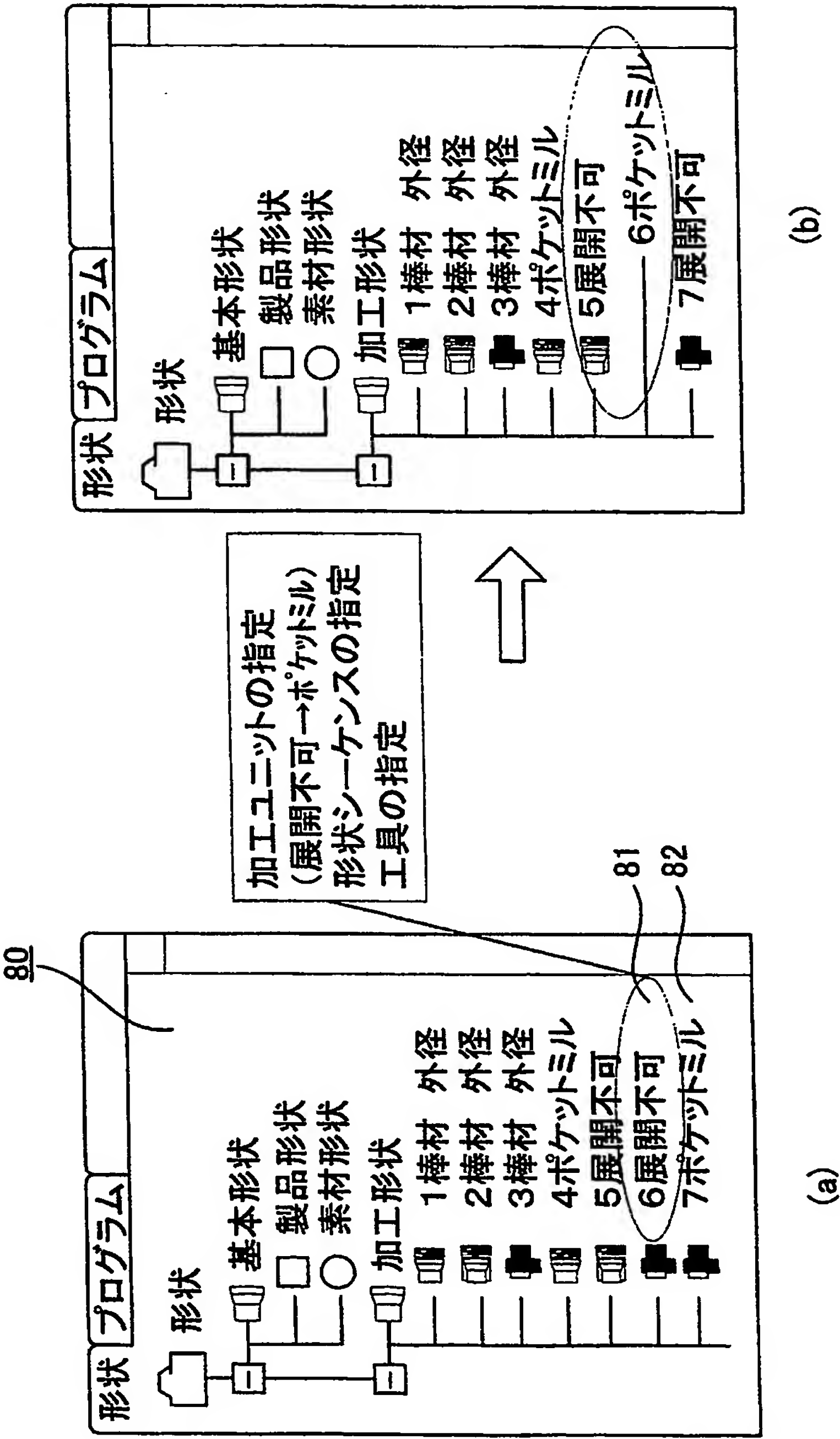
【図20】



【図 21】



【図 22】



【図 23】

80 形状 プログラム 85 89 84 86

プログラム

..... 共通

..... μ 1 フェイスミル

..... μ 2 フェイスミル

..... μ 3 フェイスミル

..... μ 4 フェイスミル

..... END

MAZATROL -999

88

UNo.	ユニット	モード	角度B	位置C	取代-A	底	壁	仕上代-A	仕上代-R
2	フェイスミル	ZY	◆	90.	30.	1	◆	0.	◆
SNo.	工具	呼径	アプローチ1	アプローチ2	方法	AFD	切込-A	切込-R	周速 送り M M
R	1	フェイスミル				◆			
FIG	形	面シフトR	Z	Y	半径R/Q	I	J	P	コーナー 粗さ
1	セン	10.	0.	10.					◆
2	セン	◆	40.	10.					◆
3	セン	◆	40.	-10.					◆
4	セン	◆	0.	-10.					◆

UNo.ユニット モード 角度B 位置C 取代-A 底 壁 仕上代-A 仕上代-R

3 フェイスミル ZY ◆ 90. 30. 1 ◆ 0. ◆

SNo. 工具 呼径 アプローチ1 アプローチ2 方法 AFD 切込-A 切込-R 周速 送り M M

R 1 フェイスミル ◆

FIG 形 面シフトR Z Y 半径R/Q I J P コーナー 粗さ

1 セン 10. 0. 10. ◆

2 セン ◆ 40. 10. ◆

3 セン ◆ 40. -10. ◆

4 セン ◆ 0. -10. ◆

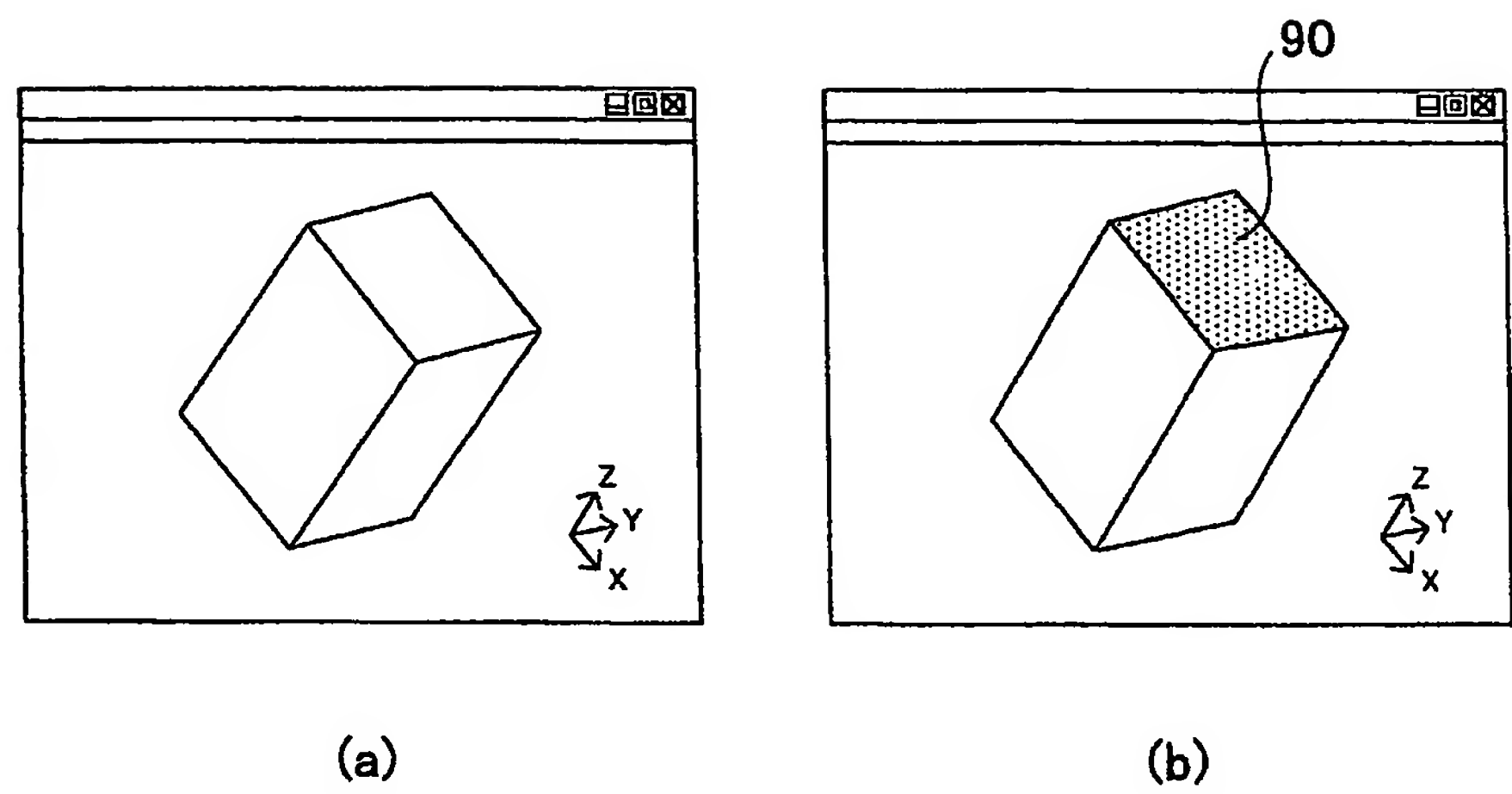
UNo.ユニット モード 角度B 位置C 取代-A 底 壁 仕上代-A 仕上代-R

3 フェイスミル ZY ◆ 90. 30. 1 ◆ 0. ◆

SNo. 工具 呼径 アプローチ1 アプローチ2 方法 AFD 切込-A 切込-R 周速 送り M M

87 91

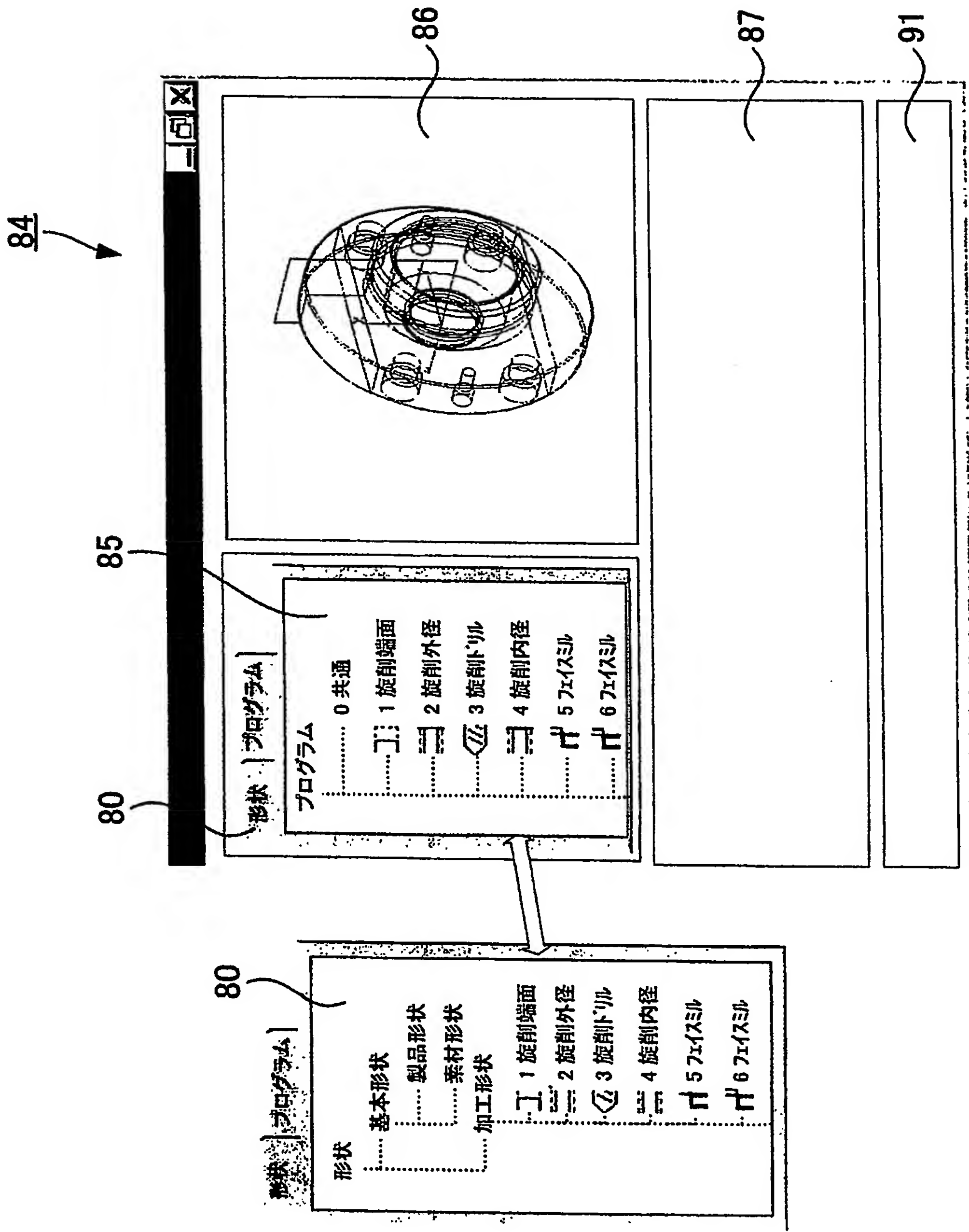
【図 2 4】



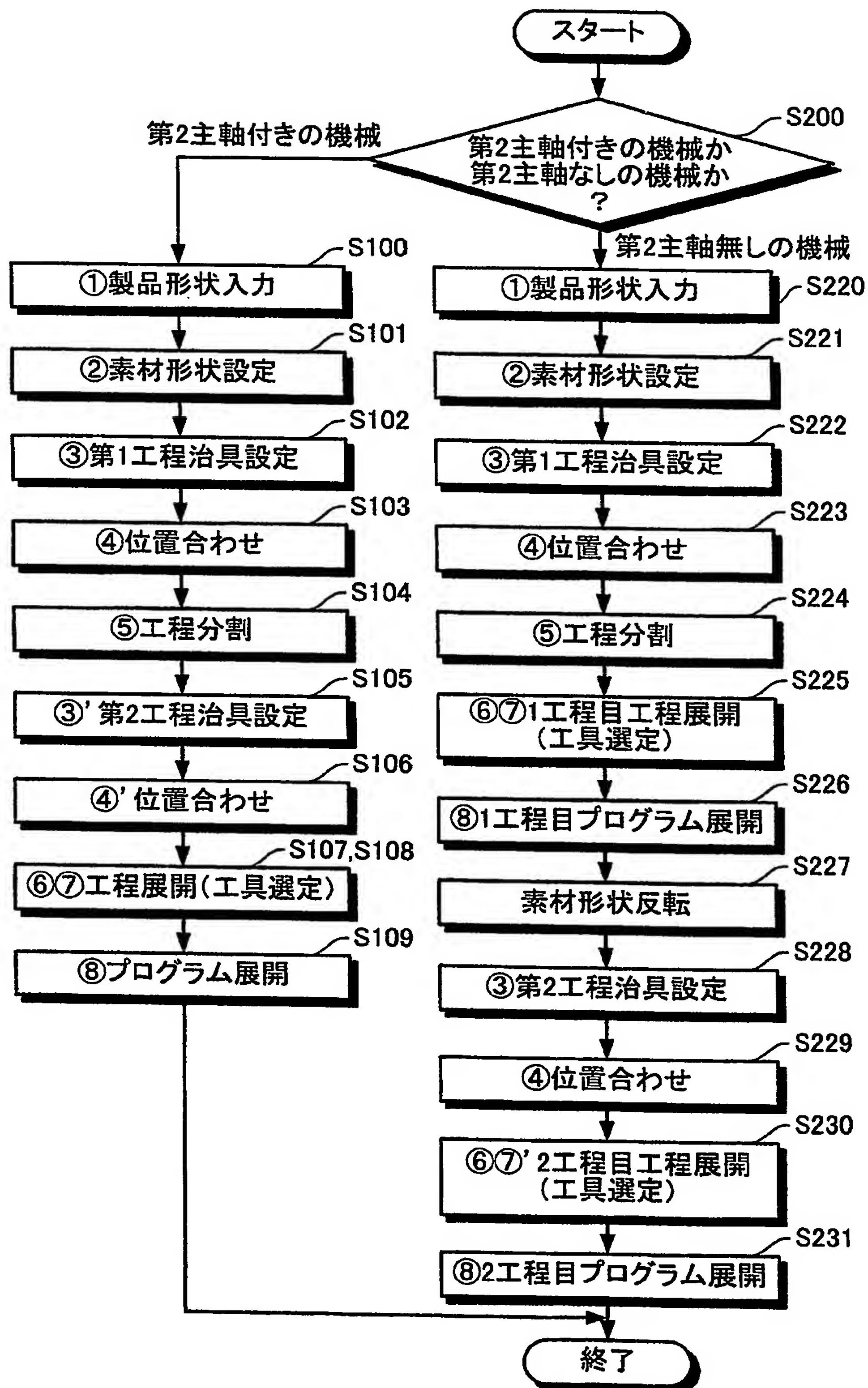
【図 2 5】

ユニット		モード								
展開不可		/Y								
FIG	形	面シフトZ	面シフトR	X	Y	半径R/	I	J	角度B	角度C
1	セ(シテ)	0	0	18.487	-29.602				0	0
2	セ	◆	◆	18.487	-18.5				◆	◆
3	セ	◆	◆	-18.487	-18.5				◆	◆
4	セ	◆	◆	-18.487	-29.602				◆	◆
5	セ	◆	◆	18.487	-29.602				◆	◆

【図 26】



【図 27】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オペレータが適当な素材データを手動で選ぶ手間を省くことができ、効率の良いプログラミング作業をなし得る自動プログラミング方法を提供すること。

【解決手段】 入力された素材の材質、素材の形状を有する素材を素材データベースから抽出し、抽出した素材の寸法データ及び入力された製品の寸法データを比較することにより、素材データベースから製品形状を包含する最小の素材データを選択する素材選択工程と、選択された素材データに基づいて素材モデルを生成する素材モデル生成工程とを備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 9 2 1 5 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名 三菱電機株式会社